

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

Bc. Michaela Voňková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra oděvnictví



Studijní program: TEXTILNÍ INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor : 3106T005 Oděvní technologie

Měření tlaku u autosedačky

Pressure measurement of car seat

Bc. Michaela Voňková

KOD/2011/06/13/MS

Vedoucí práce : prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs

Rozsah práce a příloh :

Počet stran :68

Počet obrázků : 65

Počet tabulek :5

Počet stran příloh :2

ZADÁNÍ DIPLOMOVE PRÁCE

Vložit originál

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci 10.5.2011

Bc. Michaela Voňková

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomáhali při zpracování této diplomové práce. Zejména všem respondentům, kteří se dobrovolně účastnili měření, mému vedoucímu diplomové práce prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůsovi, dále pak firmě Magna Seating Chomutov, s. r. o. , zejména Ing. Radce Elešové za poskytnuté informace a vzorky autosedadel. Největší dík patří mé rodině, které mě po celou dobu mého studia podporovala, jak finančně tak emocionálně.

Abstrakt

Téma : Měření tlaku u autosedaček

Náplní diplomové práce je navrhnout vhodnou metodu pro měření tlakového pole u autosedaček z hlediska komfortu sedící osoby, jak z hlediska subjektivního tak objektivního hodnocení. Na základě literární studie jsou nejprve zhodnoceny nejdůležitější pojmy a dosud známe používané metody pro testování komfortu automobilových sedadel. Ze získaných poznatků této studie je navržen experiment jenž odpovídá dostupným možnostem. Pro testování jsou vybrány tři odlišné vzorky automobilových sedaček. Autosedadla jsou podrobena testování a to prostřednictvím přímého dotazování a použitím systému měření tlakového pole firmy XSENSOR X3. Následně je experiment zhodnocen. Ze závěrečných výsledků experimentu je navrženo doporučení pro možnosti zvýšení komfortu osoby sedící v autosedačce .

Klíčová slova:

- měření - tlakové pole - komfort sezení - automobilová sedačka – experiment

Abstract

Theme : Pressure measurement of car seats

The content of this thesis is to propose a suitable method for measuring the pressure field at the seat in terms of the seated occupant comfort, both in terms of subjective and objective assessment. Based on the literature study are firstly evaluated the most important terms and methods used so far for testing automobile seating comfort. The findings of this study is proposed an experiment that corresponds to available options. For testing, are selected three different samples of automobile seats. The seats are subjected to tests through direct questioning and the using of pressure field measurement by a firm XSENSOR X3. Subsequently, the experiment is evaluated. From the final results of the experiment is suggested a recommendation for possibility of increasing the comfort of a person sitting in the seat.

Keywords:

- measurement - pressure field - comfortable rating - car seat - experiment

Obsah

ÚVOD	10
1.KOMFORT	11
1.1 KOMFORT SEZENÍ	11
1.1.1 Ergonomie	12
1.2 TLAK LIDSKÉHO TĚLA NA AUTOMOBILOVOU SEDAČKU.....	13
1.3 POŽADAVKY NA SEDADLO ŘIDIČE	14
1.3.1 Materiál.....	14
1.3.2 Sedací plocha.....	16
1.3.3 Opěra zad	17
1.3.4 Opěra hlavy.....	18
1.4 ZDRAVOTNÍ RIZIKA PŘI DLOUHODOBÉM SEZENÍ ZA VOLANTEM.....	18
1.5 METODY MĚŘENÍ.....	20
1.5.1 Nepřímé metody	20
1.5.2 Přímé metody	22
2. MĚŘENÍ TLAKOVÉHO POLE TLAKOVOU PODLOŽKOU XSENSOR X3	23
2.1 MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ TLAKOVÉHO POLE.....	26
2.1.1 Zobrazení 2D	26
2.1.2 Číselné 2D zobrazení	28
2.1.3 Zobrazení řezu v 2D	30
2.1.4 Zobrazení pomocí 3D režimu	32
2.1.5 Režim 3D sedadla	33
2.2 GRAFY	34
2.2.1 Graf porovnání závislosti tlaku na času	34
2.2.2 Graf rozložení tlaku	35
2.3 REŽIM MULTI – PROHLÍŽEČE.....	36
2.4 NÁSTROJ PRO MĚŘENÍ PLOCHY A LINIE.....	37

2.4.1 Měřená plocha	37
2.4.2 Nástroj pro měření linie	38
3. EXPERIMENT	39
3.1 SUBJEKTIVNÍ METODA PRO MĚŘENÍ TLAKOVÉHO POLE.....	40
3.1.1 Dotazník	40
3.2 OBJEKTIVNÍ MĚŘENÍ POMOCÍ TLAKOVÉ PODLOŽKY XSENSOR X3.....	41
3.2.1 Vzorek č.1	41
3.2.2 Vzorek č. 2	44
3.5.3 Vzorek č. 3	46
3.3 PŘÍPRAVA NA MĚŘENÍ.....	48
3.4 POSTUP MĚŘENÍ.....	49
4. VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU	51
4.1 SUBJEKTIVNÍ METODA.....	51
4.2 OBJEKTIVNÍ METODA.....	56
4.3 VYHODNOCENÍ.....	60
5. DOPORUČENÍ PRO MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ KOMFORTU SEDÍCÍ OSOBY	61
ZÁVĚR.....	66
POUŽITÁ LITERATURA	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

Použité zkratky

atd - a tak dále

atm - atmosféra

cm- centimetr

č - číslo

DHM – digital human modeling

kg - kilogram

kPa – kiloPascal

mm Hg -

mbar - milibar

N- Newton

např- například

obr.-obrázek

PAI - Pressure Area Index

PVC - polyvinylchlorid

RDI - Repetitive Driving Injury

s – směrodatná odchylka

tab – tabulka

tzv – takzvaně

v- variační koeficient

Úvod

V dnešní uspěchané době si jen málokdo z nás dovede představit život bez dopravních prostředků. Zejména automobily se staly pro většinu z nás pomocníky, ve kterých trávíme spoustu času za účelem zdolávání kratších i delších cest. Při výběru osobního automobilu si často klademe otázku, zda bude dostatečně pohodlné a prostorné, abychom mohli sedět a udržovat takovou pozici, která by co nejméně zatěžovala naše tělo. Právě s tím je poslední dobou spojen velký důraz výrobců na zlepšování našeho pohodlí v automobilech, na náš komfort. Požadavky na komfort autosedačky se s postupnou modernizací našeho světa a jejím zrychlováním stále zvyšují. Liší se podle odlišného pocitu vnímání komfortu sedící osoby.

V první části této práce jsou popsány základní pojmy týkající se komfortu autosedaček a tlaku působící na tělo sedící osoby. Jednotlivé faktory ovlivňující komfort sezení a jednotlivé části autosedadla jsou zde podrobně rozebrány. Zdůrazněny jsou také zdravotní rizika vznikající při dlouhodobém sezení na nevhodné automobilovém sedadle. Kapitulu uzavírá přehled dostupných metod vhodných pro měření tlakového pole u autosedadla.

Další kapitola se týká už konkrétně systému pro měření tlakového pole firmy XSENSOR X3, kde jsou popsány nejdůležitější funkce tlakové podložky s ohledem na testování u autosedaček.

Experimentální část je pak zaměřena na testování autosedačky zapůjčené od firmy Magna Seating Chomutov, s. r. o. zabývající se výrobou sedadel pro automobily značek Porsche, Škoda, Renault a Mercedes. Testování probíhá jak formou dotazování tak i samotným kontaktním měřením tlakového pole sedící osoby v automobilu.

1. Komfort

Komfort lze zjednodušeně definovat jako absence znepokojujících a bolestivých vjemů. [5]

V oděvním průmyslu lze pak komfort rozdělit na dvě složky a to na funkční a psychologickou.

Funkční komfort je možné dále rozdělit na fyziologický, senzorický a patofyziologický komfort, který se hodnotí subjektivně i objektivně.

Psychologický komfort se odvíjí od kulturní a sociální úrovně a klade důraz na individualitu člověka a tudíž je jeho hodnocení hodné subjektivní. V souvislosti s komfortem mluvíme i o tzv. diskomfortu nebo-li nepohodlí ovlivněné fyziologickými a biomechanickými faktory. Komfort je definován jako stav organismu, kdy jsou všechny fyziologické funkce organismu v optimu a kdy okolí včetně oděvu, nevytváří žádné nepříjemné vjemy, vnímané našimi smysly. Celkově mluvíme o jaké si harmonii mezi člověkem a prostředím, o pocitu pohodlí, které vnímáme každý jinak pomocí svých smyslů : hmatem, zrakem, sluchem a čichem. V tomto stavu je rovnováha mezi teplem a chladem a je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.

[10, str. 5]

Vnímání komfortu je u každého člověka individuální.

1.1 Komfort sezení

Jednou z nejdůležitějších součástí vozidla, se kterou jsme neustále v kontaktu jako řidiči i spolujezdci, je autosedačka. Výrobci se snaží testováním sedadla řidiče, splňovat náročné požadavky, které jsou kladeny na zdraví, pohodlí, komfort a bezpečí sedící osoby. [3]

Výsledkem by mělo být odstranění ergonomických nedostatků a pocit maximálního pohodlí, jak pro řidiče z povolání nebo obyčejného řidiče a spolujezdce s ohledem na bezpečnost, která je pro výrobce určena normami. Na celkový komfort sezení mají pak vliv statické (rozložení tlaku) a dynamické (vibrace) vlastnosti autosedaček. Tyto vlastnosti pak můžeme na základě vnímání každého jednotlivce hodnotit a mluvíme o subjektivní metodě.

Výsledek je tak ovlivněn individualitou testovaného jedince, jeho vlastními pocity a proporcemi. Objektivní metoda je naopak prováděna pod dozorem kvalifikovaných výzkumníků. Ti pracují se znalostmi z oblasti lidské anatomie jako jsou proporce nebo fyziologické vlastnosti i se samotným zatížením lidského těla a rozložením tlaku při sezení.

Komfort sezení je ovlivněn fyziologickými a biomechanickými faktory. Každé osobě, která tráví hodně času v dopravním prostředku (automobil, nákladní automobil, ambulance, atd.) hrozí, že bude mít bolesti. Řidiči mají tendenci cítit bolest častěji, neboť při řízení je velice obtížné měnit pozici těla. Nicméně, podobné účinky mohou pociťovat také cestující, sedí-li ve vozidle delší dobu beze změny polohy nebo bez možnosti dostat se ve zhruba dvouhodinových intervalech ven z vozidla a protáhnout se. Otázka celkového komfortu je však hodně nekonkrétní jelikož je ovlivněna váhou, výškou, věkem a tělesnými proporcemi sedící osoby.

1.1.1 Ergonomie

Tento název pochází z řečtiny a jeho doslovný překlad je práce – zákon. Přesně mluvíme o vědě zabývající se optimalizací lidské činnosti, a to zejména vhodnými rozměry a tvary nástrojů, nábytku a jiných předmětů. Odtud odvozujeme pojem ergonomický - přizpůsobený ergonomickým požadavkům. Cílem je, aby používané předměty a nástroje svým tvarem co nejlépe odpovídaly pohybovým možnostem případně rozměrům lidského těla. Například vhodně navržená židli má tvarem sedáku sedícímu napomoci, aby seděl vzpřímeně, a předcházet tak křivení páteře. Podobný význam může mít i výška židle atd. Ergonomie se například zabývá velikostí pracovního stolu či šířkou eskalátorů, umístěním a tvarem ovládacích prvků strojů a zařízení. Pro optimalizaci práce s počítačem stanovuje například vhodný maximální počet pohybů prstů při ovládání klávesnice a zabývá se i uspořádáním prvků na obrazovce. Oblast ergonomie je ovšem ještě širší, než je zde naznačeno, a zahrnuje i návrh pomůcek pro postižené a podobně. [4]

V dnešní moderní společnosti je otázka ergonomie nepostradatelnou součástí jakékoliv práce a výrobního procesu. Celá řada studií prokázala, že pracovní prostředí ovlivňuje celkový pracovní výkon člověka.

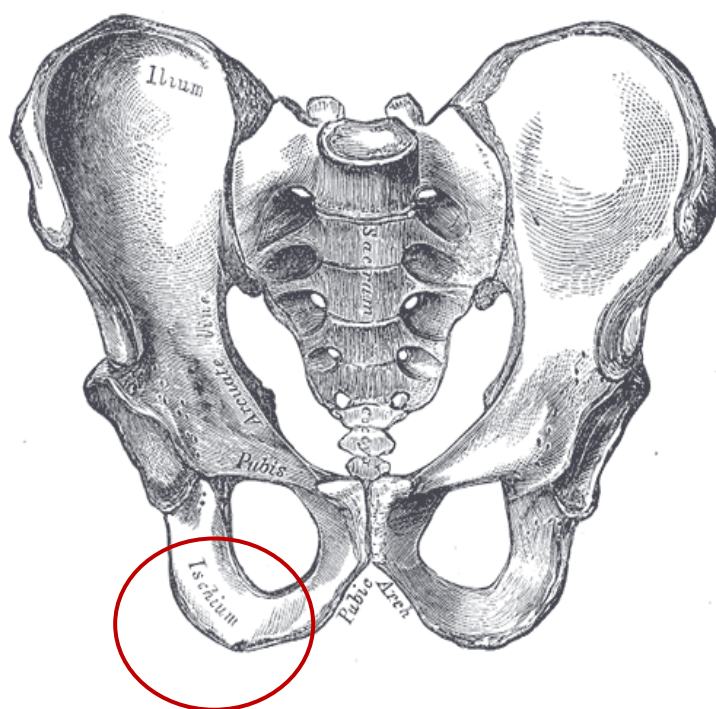
1.2 Tlak lidského těla na automobilovou sedačku

Jedná se o tlak, který vzniká mezi lidským tělem a sedící plochou a který je ovlivněn hmotností a celkovými proporcemi jednotlivce, konstrukcí sedadla, použitým materiálem...

Vzhledem k tomu, že pro každého je vhodná jiná tuhost sedáku neexistují pro určení optimálního rozložení tlaku na rozdíl od měření vibrací žádné normy. Konstrukteři se proto řídí akorát stanovenými limity. Ty mají za cíl snížit tlak a vibrace působící při sezení na oblast hýždí a oblast páteře a přitom pozitivně působit na krevní oběh.

Ten ovlivňuje zejména celková tuhost sedadla. Zde pak hraje rozhodující roli tvar a rozměry sedáku a nakonec četnost a velikost působících vibrací. Největší tlak vzniká pod hrbolem sedací kosti tzv. Tuber Ischiadicum (Obr. č. 1). Následkem velkého tlaku na tuto oblast je pak únava při dlouhodobém sezení. [2]

Tento tlak roste přímou úměrou z velikosti vibrací a i přes dnešní neomezené možnosti není známo jeho optimální rozložení.



Obr. č. 1 Znázorňuje Tuber Ischiadicum [2]

Sedadlo versus autosedadlo

Nejčastěji se ve světě setkáváme s měřením, kde se porovnávají klasická sedadla právě s autosedadly. Lidé si často myslí, že postavení těla na klasickém sedadle je totéž jako sezení v automobilu. Není to tak, jelikož naše tělo i sedadlo má jiné postavení např. když držíte volant, jsou ruce a paže výš, než když pracujete za stolem.

Při stažení brzdového pedálu a pedálu plynu, musíte natáhnout nohy víc dopředu, než když sedíte u stolu na klasickém sedadle. Jedna noha může být na podlaze a druhá šikmo obsluhovat plynový a brzdový pedál. Pokud navíc řídíte automobil, který je vybaven manuální převodovkou, musíte použít také druhou nohu na spojkový pedál a jednu ruku k ovládání řadicí páky. Tím se také výrazně mění postavení těla a s tím rozložení tlaku oproti klasickému sedadlu. [8]

1.3 Požadavky na sedadlo řidiče

Autosedadla by měla být maximálně pohodlná, protože jejím prostřednictvím vnímá řidič chování vozu na vozovce. Těmi nejdůležitějšími požadavky jsou stabilita, komfort, optimální zorné podmínky a umístění, bezpečnost, trvanlivost, tvar sedáku, užité vlastnosti použitého materiálu k výrobě autosedadla (většinou se jedná o autopotahy tkané, pletené nebo kůži či koženku) a snadné ovládání ovládacích tlačítek. Obecně platí, čím víc parametrů (jak v horizontálním, tak vertikálním směru) autosedadla je možné nastavit, tím se zlepšuje pohodlí nebo-li celkový komfort sezení. Požadavky na autosedadlo jsou většinou individuální, což je dáno odlišnou tělesnou dispozicí a tělesnými proporcemi.

1.3.1 Materiál

Samotné autopotahy a jejich vlastnosti mají vliv na celkovou tuhost sedadla. Tu je možné regulovat právě jejím předpětím. Všechny autopotahy se skládají ze tří vrstev. První vrstva je vrstva autopotahu (tkanina, pletenina, přírodní useň, syntetická useň - Alcantara, PVC). Druhou vrstvu tvoří polyuretanová pěna a třetí podšívka. Všechny tyto vrstvy se laminují působením vysoké teploty a tlaku. U nastavení sedadla řidiče hraje roli postava a tělesné proporce dané osoby. Následující doporučení na optimální nastavení autosedadla jsou

výsledkem Kanadské studie v institutu zabývajícím se ergonomií v různých prostředí. U všech úprav záleží na samotné třídě vozidla a roku jeho výroby.

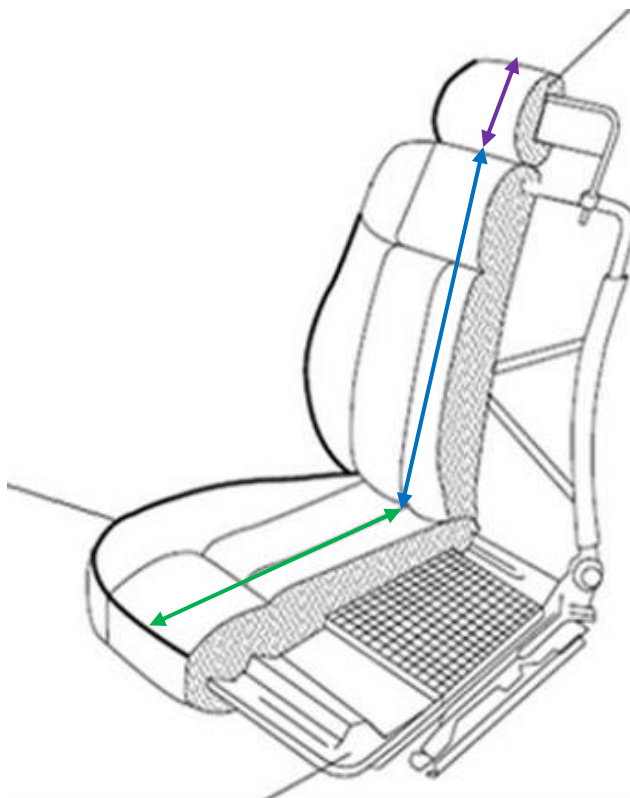
To má vliv na možnosti nastavení pozice sedadla, úhel opěradla, opěrky hlavy, seřízení výšky a náklonu volantu, bezpečnostní pás, atd...

Sedadlo lze rozdělit na tři části znázorněné na obrázku č. 2, které jsou v přímém kontaktu se sedící osobou.

Sedací (hýždovou)

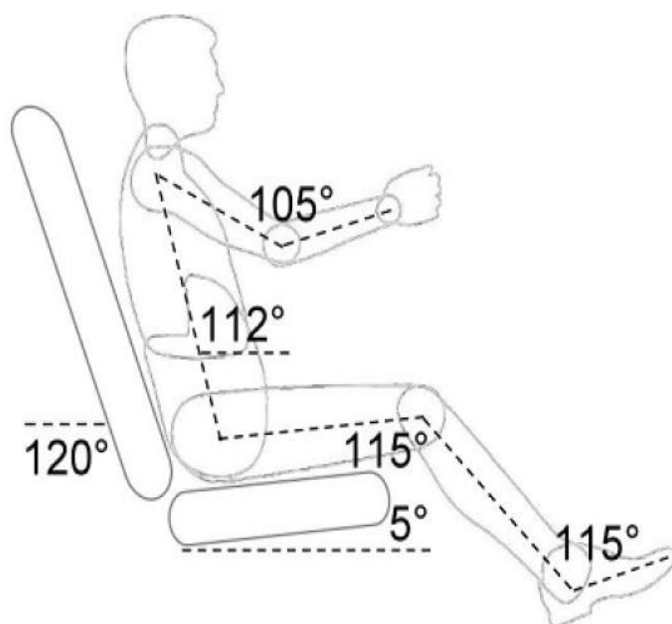
Zádovou (bederní)

Hlavy a šíje



Obr. č. 2 Rozdělení autosedadla

Optimální nastavení sklonu autosedadla jak ve vertikální tak horizontální rovině jak je uvádí F.Schiller [6] můžete vidět na obrázku č.3



Obr. č.3 Optimální nastavení sedadla [6]

1.3.2 Sedací plocha

Velikost kontaktní plochy a tlaku působící na sedací část je ovlivněna tvarem a rozměry sedáku. Ten by měl být zaoblen a jelikož tvoří oporu pro 2/3 hýždí tak i anatomicky tvarován. Vyvýšení zadního okraje sedací plochy zlepšuje fixaci pánve (řeší se konstrukčně pomocí děleného sedáku), tvar sedadla by měl podpořit sezení s dolními končetinami lehce od sebe. [3]

Výška sedací plochy je ideální, když rozmezí mezi hranou sedací plochy a podkolenní rýhou je v 3-5 cm. Tato výška optimalizuje váš výhled z okna a tak by mělo být možné vidět alespoň 76 mm přes vrchol volantu. Zároveň je důležité mít dostatek prostoru mezi střešou a horní částí hlavy. Právě špatné nastavení výšky sedací plochy může mít za následek zkulacení zad nebo stlačování spodní části stehen a tím vytváří diskomfort. Při sezení a plném opření zad by měla být mezera mezi podkolenní oblasti a přední hranou sedadla 5 - 10 cm.

Tvar sedací plochy by měl odpovídat tvaru hýždí a navíc zvětšené o 5 - 6 cm. Doporučena celková šíře se pohybuje přibližně okolo 38 - 40 cm. Sedadlo je nutné posunout tak dopředu, aby bylo ještě možné snadno stlačit pedály v jejich plném rozsahu celou plochou své nohy – ne jen prsty. Doladit tak musíte i výšku po případně úhel sedáku. [8]

1.3.3 Opěra zad

Jedná se oporu v oblasti páteře, zajištění správného držení bederní lordózy, pánve, trupu a minimalizování přenosu vibrací na ně. Nedostatečná bederní opěra může vést k chronickým zdravotním problémům, včetně bolesti zad, bolesti v ramenou, krku a rovněž přispívá k celkové únavě a pocitu nepohodlí. Stejně projevy mohou být také následkem napjatých svalů, setrvávajících dlouhodobě ve statických podmínkách, vyvolaných nahromaděním kyseliny mléčné ve svaích. Správná bederní opěra páteře tudíž redukuje pocit diskomfortu. Zvýšené boční okraje zádové opěrky napomáhají boční stabilitě, například v ostrých zatáčkách, její šíře však musí být řešena tak, aby neomezovala pohyb horních končetin.

Opěradlo by mělo být pohodlné a nemělo by vytvářet žádné mezery nebo tlakové body v oblasti podpory zad. Střed volantu by měl být asi 25 - 30 cm od řidičovy hrudní kosti. Kromě toho by měly být vaše ruce v pohodlné poloze (ne příliš vysoko ani příliš nízko). [9]

Pro správnou pozici rukou na volantu existují dvě varianty. V autoškolě se pravidelně setkáváme s časovou variantou za deset dvě. Odborníci ze školy smyku však doporučují časovou variantu tři čtvrtě na tři. Ta umožňuje lepší manévrování s volantem.

Optimální výše zádové opěry je závislá na typu vozidla, nesmí být omezena rotací ramen, k čemuž může dojít u příliš vysokých opěrek. Sklon opěradla od vertikály se doporučuje 10-20°, úhel mezi trupem a stehny se doporučuje přibližně 110°. Při vyšším úhlu sklonu je řidič nucen do předsunutého držení hlavy, naopak při nižším sklonu je páteř více axiálně zatěžovaná a zvyšuje se přenos vibrací. [3]

1.3.4 Opěra hlavy

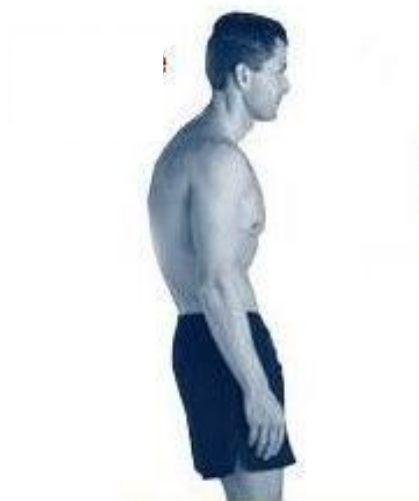
Funkce opěrky spočívá v odlehčení zátěže svalů šíje a ramenních pletenců a zároveň ji používáme jako ochrana krční páteře před úrazem. Požadovaný sklon opěrky je přibližně 5 - 10° od vertikály, měla by být nastavitelná v obou rovinách, jak vertikální, tak horizontální. Správné nastavení opěrky se určuje podle jejího vrcholu, který by měl být přibližně v úrovni očí. Pokud je možné opěrku hlavy naklonit, nastavte její úhel tak, aby se dotýkala zadní části vaší hlavy. Opěrky hlavy začaly být součástí autosedačky až začátkem 80. let.

1.4 Zdravotní rizika při dlouhodobém sezení za volantem

V automobile strávený čas se projevuje na zdraví člověka, jak po psychické tak fyzické stránce. Oba tyto faktory vnímáme každý úplně jinak. Po psychické stránce se zátěž projevuje jako stres, nebo-li mentální reakce našeho organismu na prostředí, ve kterém se nachází. Po fyzické stránce se zase jedná o přímou zátěž na naše tělo. To je vystaveno vertikálním vibracím způsobeným pohybem auta na nerovném povrchu nebo hrbolaté silnici, ale také je namáháno z obou stran a to když zatáčíte. V závislosti na tom, jak rychle se rozjíždíme nebo zpomalujeme, pocítujeme přetížení. Celkově je sezení charakterizováno nižším energetickým výdejem, nižším zatížením dolních končetin, nižší únavnosti a kladou se nižší nároky na oběhový systém. Nedostatkem pohybu dochází k celkovému oslabení svalového systému a tím se snižuje fyzická zdatnost. Dalším projevem svalových změn je zvýšení svalové nerovnováhy - tzv. dysbalance, kdy dochází k oslabení svalů břišních a hýžd'ových. Nejvíce jsou pak namáhány klouby a páteř, které nejsou díky oslabeným svalům dostatečně chráněny. Dlouhodobé působení zatížení může zapříčinit poškození lidské tkáně a přerušit dodávku krve obohacené o kyslík do tkáně. Při dlouhodobém přerušení dodávky kyslíku dochází k vzniku vředu. Předcházet se mu lze rovnoměrným rozložením tlaku, tuhosti a typem sedáku.

Ve Velké Británii se používá termín "zranění z opakované jízdy" (RDI – Repetitive Driving Injury). RDI je forma poruchy pohybového aparátu v souvislosti s prací. Jedná se především o špatné držení těla, přetížení měkkého svalového a vazivového systému a ovlivnění působení tlaků na meziobratlové ploténky a dlouhého setrvávání v jedné poloze nebo střídání poloh až po delší době. [9]

Při sezení se věnuje velká pozornost páteři, která je oporou celého těla. Tvar lidského těla se výrazně mění při sezení v autosedadle. V případě nepodloženého sedu se záda zakulatí a tento projev lze nazvat kyfózou, jejíž tvar můžeme vidět na obrázku č. 4. Kyfóza má za následek poškození meziobratlových plotének bederní páteře, nebo-li jejich výhřezu.



Obr. č. 4 Projev kyfózy [2]

Dalším projevem sezení na nevhodném sedadle je tzv. lordóza. Páteř tak nabývá zakřivení dopředu krční a bederní páteře jak je vidět na obrázku č. 5.



Obr. č.5 Projev lordózy [2]

Dále je nutné připomenout rozložení tlaku mezi lidským tělem a sedákem a jeho vliv na lidské tkáně. Minimalizování tlaku je prováděno pomocí polstrování autosedadla za účelem snížení rizika vzniku vředů a proleženin.

Následkem dlouhodobého působení tlaku na lidskou tkáň dochází k přerušení dodávky kyslíku do buněk. Ty jsou schopné po nějakou dobu přežívat ze zásob. Vznik negativních projevů na lidském těle je dán velikostí tlaku a dobou, kterou buňky tráví bez kyslíku. Rizik vzniku vředů, proleženin a ucpávání cév lze minimalizace rovnoměrným rozložením tlaku působícího v oblasti hýždí. Lidské tělo je schopné zvládnout zatížení o tlaku 1655 kPa.

1.5 Metody měření

Existuje několik metod pro měření hodnoty tlaku, nejsou však na rozdíl od měření vibrací, řízena normami. Všeobecně lze metody pro měření tlakového pole působící na lidské tělo rozdělit na metody přímé a nepřímé. Díky těmto metodám lze srovnávat měření na lidském těle a na jeho modelech nebo náhradách.

1.5.1 Nepřímé metody

U těchto metod většinou pracujeme pouze s odhadem naměřené hodnoty tlaku. Měření je realizováno pomocí jakési náhrady lidského těla a to v podobě figuríny nebo jako DHM - digital human modeling. U nepřímých metod se tedy využívá nejnovějších poznatků a technologií.

Comfort – Oscar

Jedná se o model lidského těla rozdělený na tři části, vybaveny tenzometry, nebo-li snímači, které převádějí působící síly jako změnu elektrického odporu. Všechny tyto části fungují tak, aby rozložení tlaku odpovídalo reálnému rozložení tlaku při kontaktu hýždí se sedadlem.

První část je jakou si imitací pánve nazýváme jí sedací částí, druhá část tak imituje zádovou oblast - opěrnou a nakonec imitace dolních částí nohou včetně chodidel. Díky třem otvorům v sedací části a v opěradle lze pak měřit kontaktní tlak působící na lidské tělo, ale i sklon mezi sedací a opěrnou částí.

Digital human modeling

Jedná se o digitální modelování a následnou simulaci. Je tak nejlevnější řešením pro testování ergonomických požadavků a také významně minimalizuje čas a náklady při návrhu nových automobilových sedadel. DHM se využívá hlavně pro náročnější testy autosedaček, kde by testování na lidském těle bylo nebezpečné a mělo negativní vliv na zdraví.

Nejznámější digitální program vytvořila firma UGS Tecnomatix Jack. Program Jack je všeobecný nástroj pro studii lidského chování a ergonomie. V Jackovi obsahuje model lidského těla reálné biomechanické vlastnosti s přirozeným pohybem a rozsahy kloubů, které jsou výsledkem výzkumu vědců v americkém NASA. Skládá se ze 71 segmentů a 69 kloubů - z nichž některé mají více os a více stupňů volnosti, celkem 135 stupňů volnosti. Tento biomechanický digitální model člověka se po vložení do CAD programu nadefinuje. Takto nadefinovaný model znázorňuje obrázek č. 6. Po zadání tělesných proporci se následně se vyhodnotí co budoucí řidič uvidí, kam dosáhne, jaký prostor zaujímá jeho tělo v automobilu, jak pohodlně se tam bude cítit, apod. Studie v Jackovi může být buď statická (výhled z auta), nebo pohybová (výměna součástky). [6]

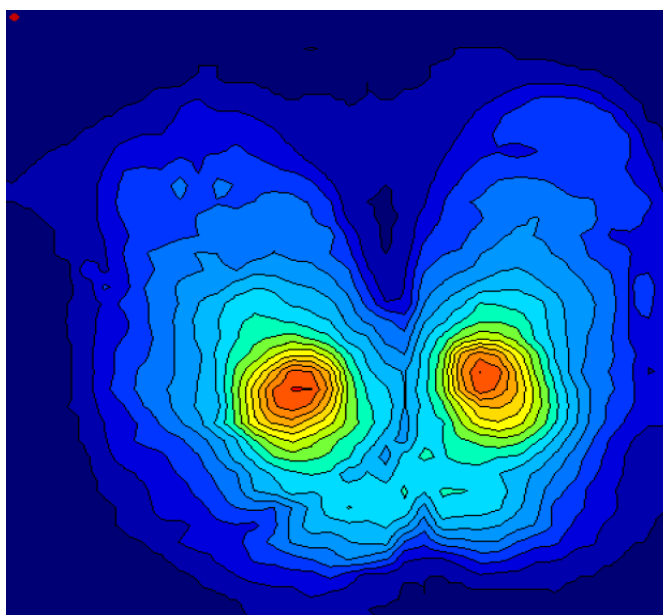


Obr. č.6 Simulace v programu Jack

Program Jack je využíván při návrhu interiéru vozidla, kdy zjišťujeme optimální polohu, rozsah sedadel řidiče nebo spolujezdce. Zároveň je možné analyzovat dosah na ovládací prvky, překážky ve výhledu a provést studie o pohybech jako je nastupování a vystupování

1.5.2 Přímé Metody

U přímých metod využíváme přístroje měřící kontaktní tlak mezi sedící plochou a řidičem nebo spolujezdcem. Pro tuto metodu pracujeme s nejnovější technologií skládající se s tlakového senzoru zobrazujícím tlakovou mapu těla v místě kontaktu se sedadlem. Tlakovou mapu znázorňuje obrázek č. 7. Pracujeme tak s podložkami reagujícími na tlak, které jsou připojeny k počítači a ten pomocí softwaru dokáže vyhodnotit velikost a intenzitu tlaku na působící plochu sedadla.



Obr. č. 7 Tlaková mapa těla [7]

Měření tlaku pomocí tlakového pole není jednoznačné, jelikož osoby sedící na stejném sedadle, mají vlivem odlišné hmotnosti a proporci i odlišné tlakové mapy. Proto je tedy obtížné stanovit ideální úroveň tvrdosti, která by minimalizovala nepříjemné tlakové body, pro všechny sedící, bez ohledu na jejich hmotnost a proporce. Jako nevýhoda se jeví fakt, že tento způsob nemůže být použit pro dynamické měření. [7]

2. Měření tlakového pole tlakovou podložkou XSENSOR X3

Jedná se o měřicí zařízení navržené a vyrobené firmou XSENSOR Technology Corporation, které slouží ke sledování a znázornění tlaku působící na podložku. Rozložení tlaku na podložku se využívá ve zdravotnictví, v automobilovém průmyslu a u prodejců matrací. Tenká měřicí deka snímá pomocí husté sítě senzorů tlak vyvíjený na lidské tělo a po té přenáší snímaná data do počítače, k němuž je zátěžová měřicí deka připojena na obrázku č. 8.



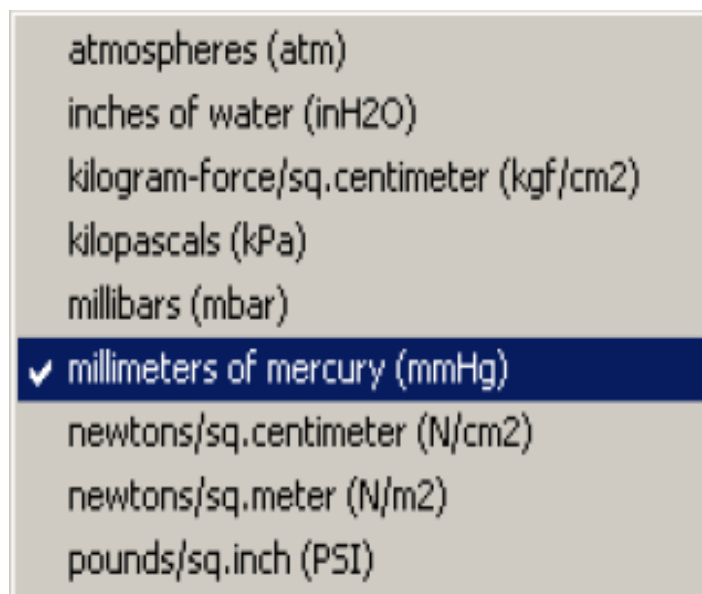
Obr. č.8 Systém měření tlaku od firmy XSENSOR X3 [10]

Program tlakové podložky vychází z jaké ho si skeneru. Měřicí podložka reaguje díky své síti tenzoru na jakýkoliv tlak, který je na ni vyvíjen. Jednotlivé snímače pracují se vzniklým odporem a následně ho přepočítávají na tlak. Průběh působení na měřenou plochu můžeme sledovat na obrazovce počítače. Zde je možné pozorovat barevné zobrazení tlakové mapy, jak sedící plocha působí na lidské tělo. Po uplynutí doby měření nebo po jejím přerušení můžeme naměřenou tlakovou mapu zobrazovat v různých režimech, v 2D tak 3D nebo také jako grafy.

Všechny získané údaje o tlakovém poli si systém XSENSOR X3 ukládá ve vlastním formátu. Tyto soubory jsou označovány jako „sessions“ a vedle údajů o tlaku, mohou ještě obsahovat poznámky, připojené obrázky nebo video snímky.

Před každým nahráváním měření je nutné zkontrolovat základní konfiguraci souboru buď automaticky nebo ručně pomocí software. U nahrávání měření tlaku jako základní možnosti nastavujeme jeho rychlost a jeho délku. Samotné nahrávání je pak velice jednoduché a náročností srovnatelné s ovládáním např. DVD nebo video rekordéru. Výsledkem této metody je právě několik možností zobrazení výsledného tlaku vyvíjeného na lidské tělo. Jednotlivé režimy lze velice snadno přepínat pomocí ikon umístěných na panelu nástrojů.

Stejně jako přepínání jednotlivých režimů lze přepínat i jednotky měřeného tlakového pole jak je vidět na obrázku č. 9. Výběr možných jednotek ve kterých lze tlakové pole měřit najdete i s převody v tabulce číslo 1.



Obr. č.9 Jednotky měření tlaku

Výsledky měření lze vyhodnotit ve formě indexu plošného působení tlaku (Pressure Area Index - PAI). Index PAI určuje procentuální poměr čidel, překračujících prahovou hodnotu tlaku, k celkovému počtu zatížených čidel.

Příklad :

Prahová hodnota tlaku může být například 30, 20 a 10 mm Hg – torrů (1 torr = 133 Pa) zaleží na našem počátečním nastavení. PAI ve výši 50 % pro 30 mm Hg znamená, že na 50 % těla působí tlak nižší, než je prahová hodnota 30 mm Hg. Čím je vyšší PAI, tím lepší je poskytovaná nesnížení tlakové zátěže. [10]

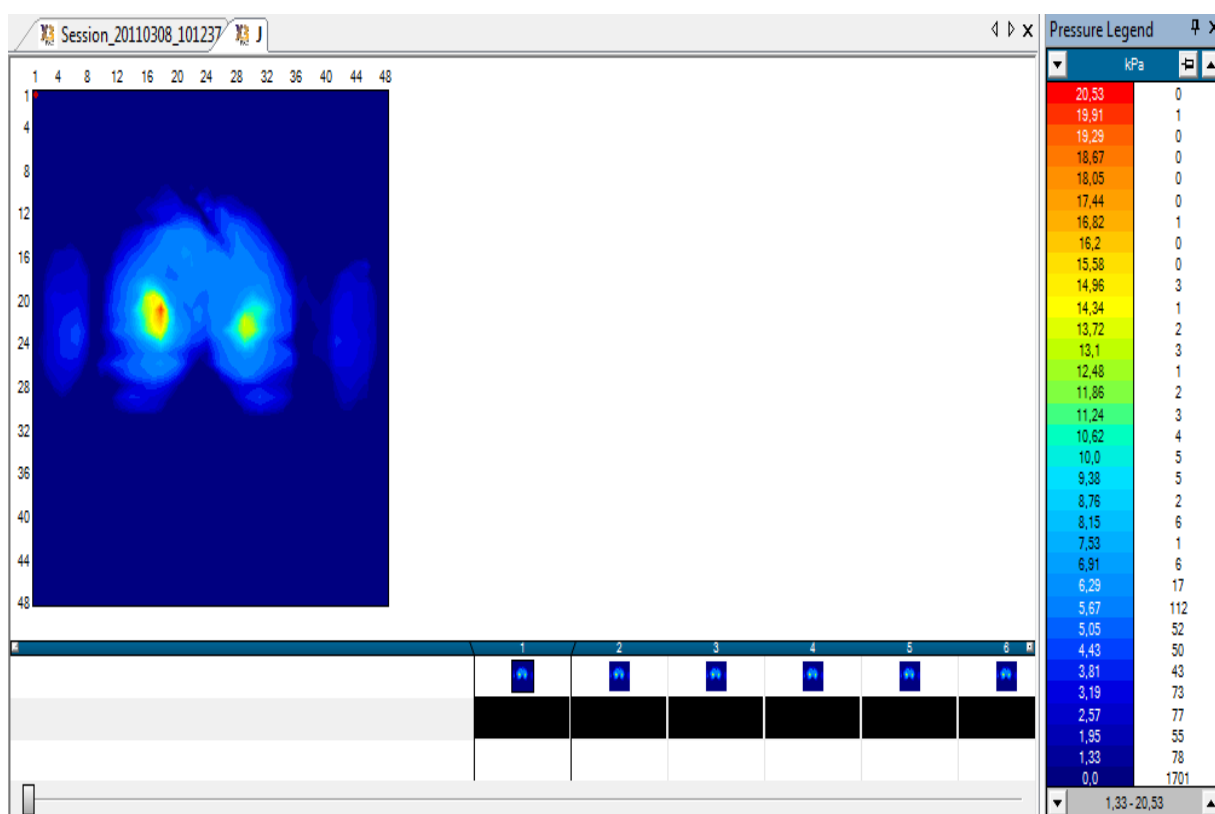
Tabulka s jednotkami pro měření tlakového ve pole

Tab. č.1	
Označení	Převod na [kPa]
atm	101,325
inH ₂ O	0,2491
mmHg	0,13332
mbar	0,100
N/cm ²	1
N/m ²	0,001
PSI	6,8947

2.1 Možnosti zobrazení tlakového pole

2.1.1 Zobrazení 2D

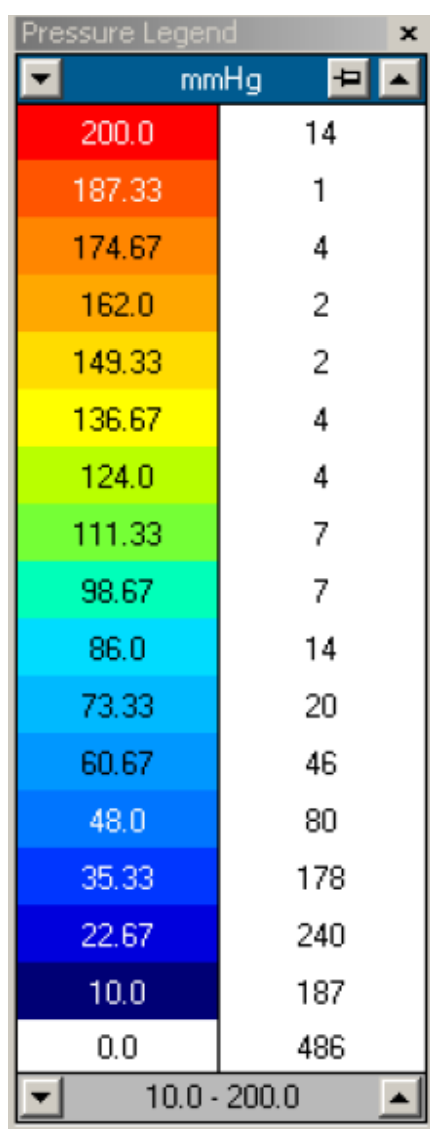
Jedná se o výchozí prohlížeč režim. Pohled na obrázku č. 10 ukazuje v levé části 2D zobrazení tlakové mapy. Pomocí barevného rozlišení je možné vidět intenzitu jednotlivých bodů. Dolní lišta znázorňuje počet jednotlivých zaznamenaných snímačů tlaku. Sledovat lze i přímo námi vybrané oblasti tlakové mapy a to přiblížení pomocí nástroje lupa. Jednotlivé tlakové zatížení lze sledovat jako barevné vrstvy a četnost jednotlivých tlakových bodů se zobrazují v podobě barevné izobary na pravé straně obrazovky.



Obr. č. 10 Výchozí prohlížeč režim

Právě pomoci této lišty také můžeme volit jednotky, v kterých si přejeme výsledný tlak uvádět, ale také nastavit dolní a horní hranici měřených bodů. Se změnou rozsahu měřeného tlaku měníme na izobare i stupeň barevných odstínů, které označují různé tlakové úrovně obrazu. Barevná izobara je znázorněna na obrázku č. 11.

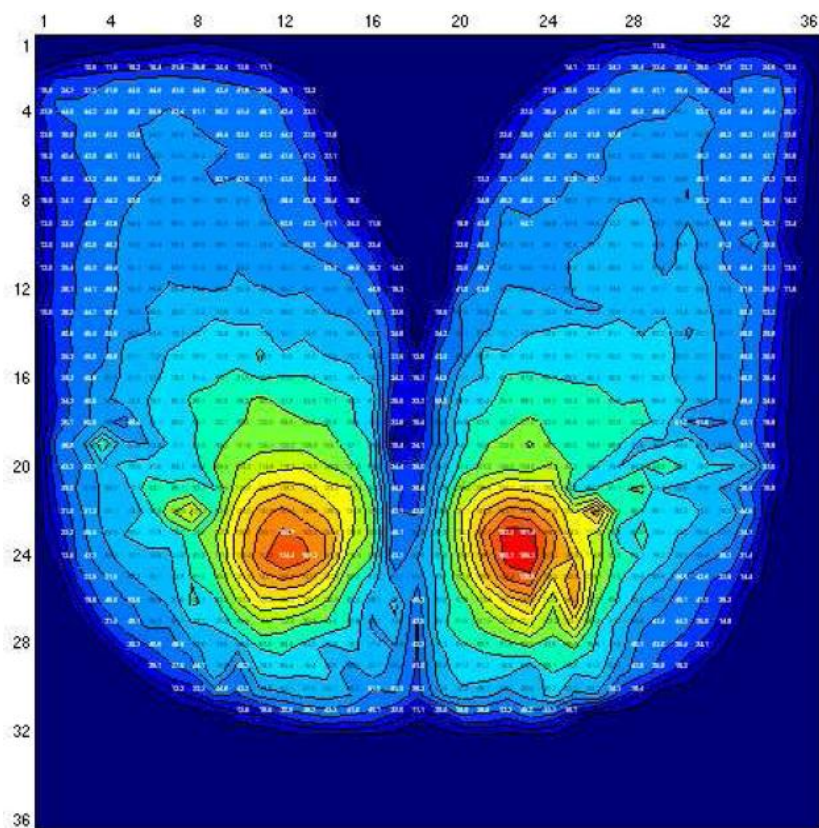
Měnit se tak dají různé tlakové úrovně v prahových hodnotách tlaku, použitím dolní a horní hodnoty. Tlakové hodnoty pod dolní hranici a nad horní hranici, jsou považovány za nulové.



Obr. č.11 Barevná izobara

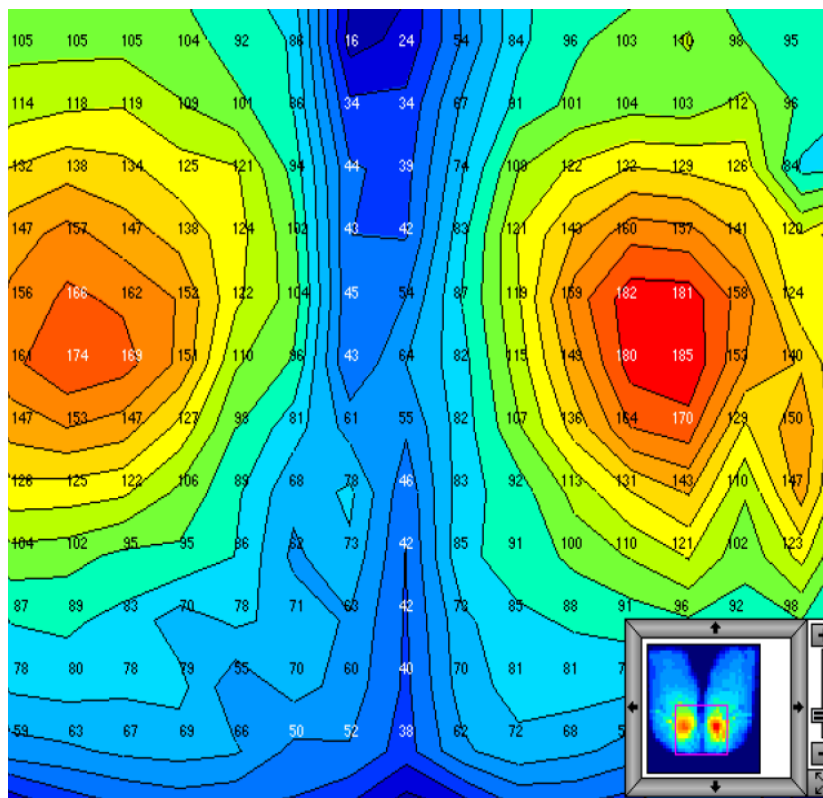
2.1.2 Číselné 2D zobrazení

Tato metoda umožňuje v 2D zobrazení číselných hodnot tlaku v daném bodě. Jednotlivé hodnoty se zobrazují přes mapu tlakového pole na obrázku č. 12, kde je zobrazena varianta s velmi zhuštěnými čísly. Odlišeny jsou barevné podle intenzity tlaku stejně jako tlakové plochy. Zobrazen je vždy jen tlak jehož hodnota přesahuje nejnižší nastavenou prahovou hodnotu.



Obr. č.12 Zobrazení v číselné režimu - velmi zhuštěná čísla.

Při použití číselného 2D prohlížeče, jak je uvedeno výše, je text velmi zhuštěný. Proto se i tady nabízí možnost použít nástroj lupa a jím detailně prozkoumat jednotlivé oblasti naměřené tlakové mapy. Na obrázku č. 13 je vidět přiblížení, díky kterému jsou hodnoty lépe čitelné.



Obr. č.13 Zobrazení v číselné režimu použití nástroje lupa

Z tohoto číselného prohlížeče je možné získat tabulku tlakového pole kolem libovolného bodu i s barevným podbarvením. Vždy se nám zobrazí maximální a minimální tlak a celková průměrná hodnota tlaku zkoumaného pole. Velikost tabulky je možné měnit podle libosti. Tabulka s tlakového pole kolem vybraného bodu na obrázku č. 14.

	17	18	19
20	1,54	1,22	0,69
21	1,47	2,04	1,02
22	1,51	1,71	1,14
Avg Pres.: 1,37			

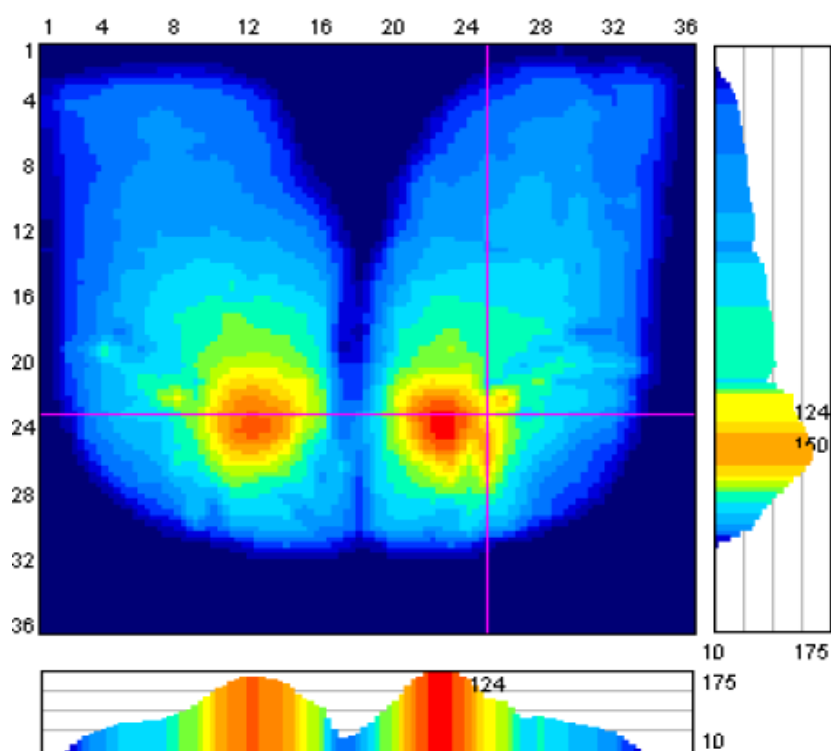
Obr. č. 14 Tabulka tlakového pole

2.1.3 Zobrazení řezu v 2D

Umožňuje prohlížení jednotlivých vrstev tlakové mapy v řezu. Každý snímek tak rázem obsahuje údaje o tlaku a v grafu je umístěn po stranách okolo základního 2D pohledu. V tomto případě lze pracovat v režimu se třemi variantami prohlížení v řezu. Na výběr je řez veden přes tlakovou mapu křížem, řez v místě s průměrným tlakem a nakonec se nabízí nakonec možnost vést linii řezu podle vlastní volby.

Řez tlaku křížem

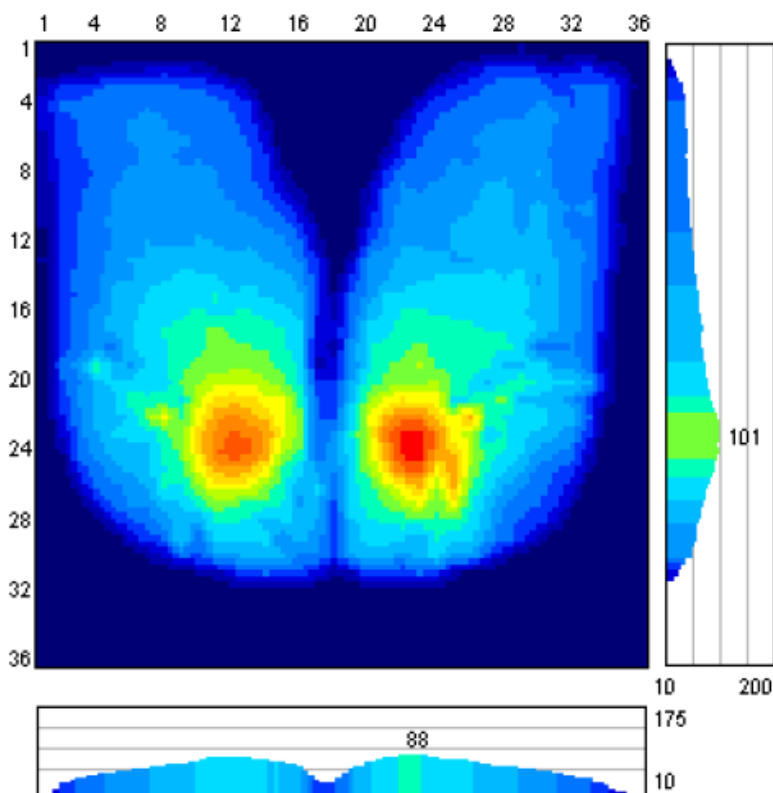
Tento režim určují dvě na sebe kolmé přímky, které zobrazují tlak jimž procházejí v podobě sloupcového grafu, jak je zobrazeno níže na obrázku č. 15. Průsečík těchto přímek může být umístěn kdekoliv na zobrazeném tlakovém poli. Na pravé straně podél 2D základního prohlížeče se nachází graf tlaku svislé čáry. Dolní graf zase ukazuje tlak podél vodorovné linie.



Obr. č. 15 Řez tlaku křížem

Řez průměrným tlakem

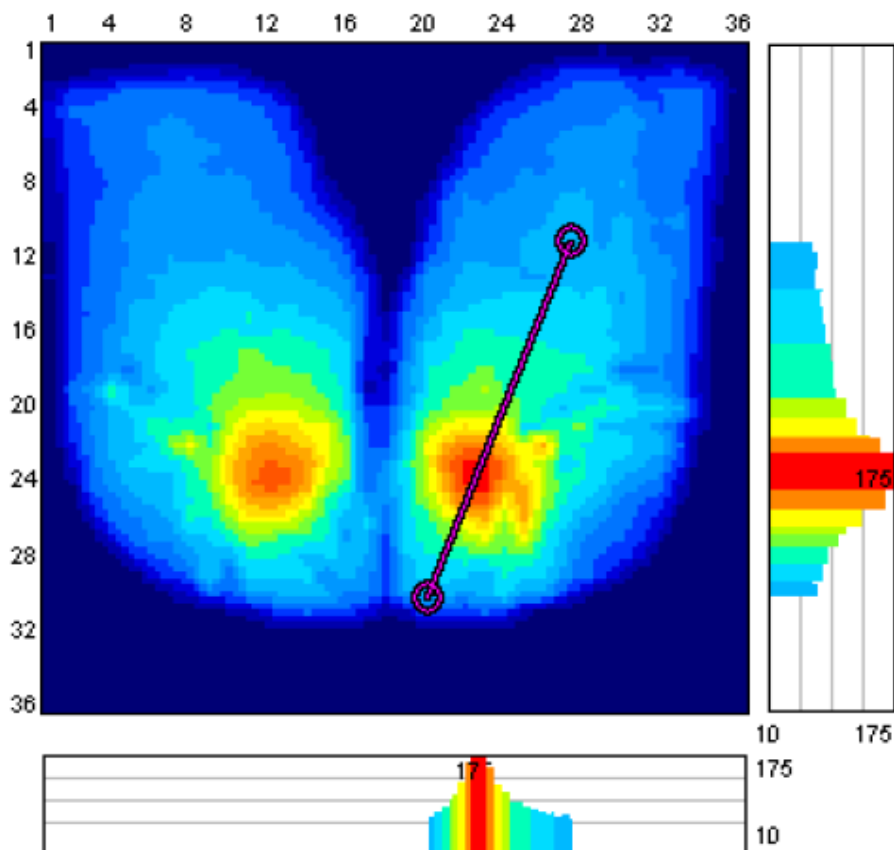
Tento režim, zobrazen na obrázku č.16, provádí řez ve dvou rozměrech oblastí s průměrným tlakem. Na pravé straně se nachází graf, který ukazuje průměrný tlak každého řádku. Spodní graf zobrazuje průměrný tlak každého sloupce.



Obr. č. 16 Řez průměrným tlakem

Řez linií

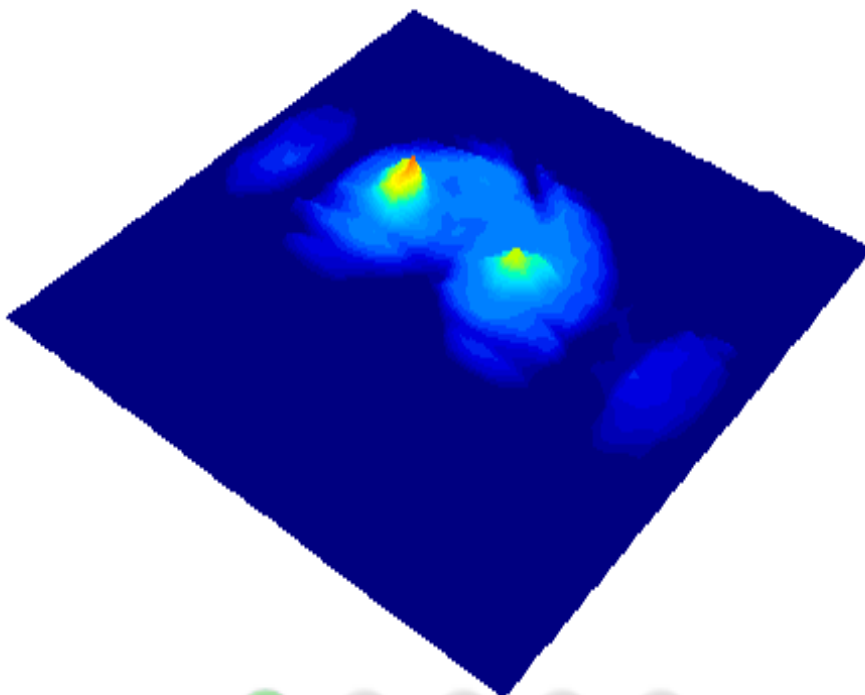
Tento režim umožňuje zvolit řez v námi zvolené libovolné linii. Díky zakončení této linie dvěma kruhovými koncovými body je dále možné měnit její délku a polohu. Dva sloupcové grafy, zde na obrázku č. 17, ukazují velikosti tlaku vedené podél linie řezu. V tomto režimu se délka linky ukazuje ve stavovém řádku.



Obr. č. 17 Řez linií

2.1.4 Zobrazení pomocí 3D režimu

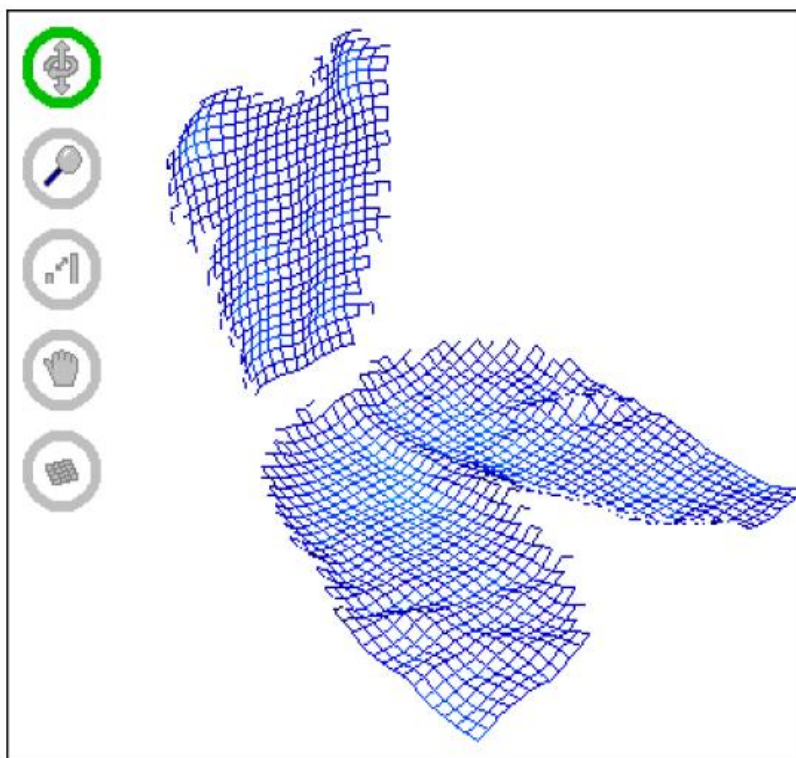
Tento režim se používá jako plastické zobrazení naměřeného tlaku v tří - dimenzionálním prostoru. Slouží nám pro lepší představivost v reálného prostředí. Tlak z každého bodu definuje 3D výšky. Ty vytváří celkový 3D dojem. K tomuto režimu poslouží také pět ikonek pomocí, kterých lze měnit úhel pohledu, rotovat tlakovou mapou, měnit výšku vrcholu jak v rovině x, y, i z. Tlakovou plochu sedací části zobrazené pomocí 3D prohlížeče znázorňuje obrázek č. 18.



Obr. č. 18 3D Zobrazení tlakového pole

2.1.5 Režim 3D sedadla

Jedná se o složitější variantu 3D prohlížeče. Právě tento 3D režim se používá pro orientaci ve dvou senzorových systémech tak, že se objeví jako v úhlu 90° stupňů v zobrazení jako sedadlo / židle. Obrázek č. 19 ukazuje obě části sedadla, jak sedící část tak zádovou. Tento režim je možné využít pouze při zapojení a následné konfigurace dvou čidel s tím předpokladem, že první čidlo funguje jako sedadlo a druhé jako zádové opěradlo. Měření tudíž probíhá současně. Použití delší tlakové podložky používané na měření matrací na tento režim, zde není možný z hlediska zapojení a navíc jejím přehybem by hrozilo by její poškození. I tady jsou k dispozici ikonky měnící úhel pohledu, umožňující rotaci s tlakovou mapou, výškou vrcholu jak v rovině x , y , tak i z nebo zobrazení ve formě sítě tlakových bodů.

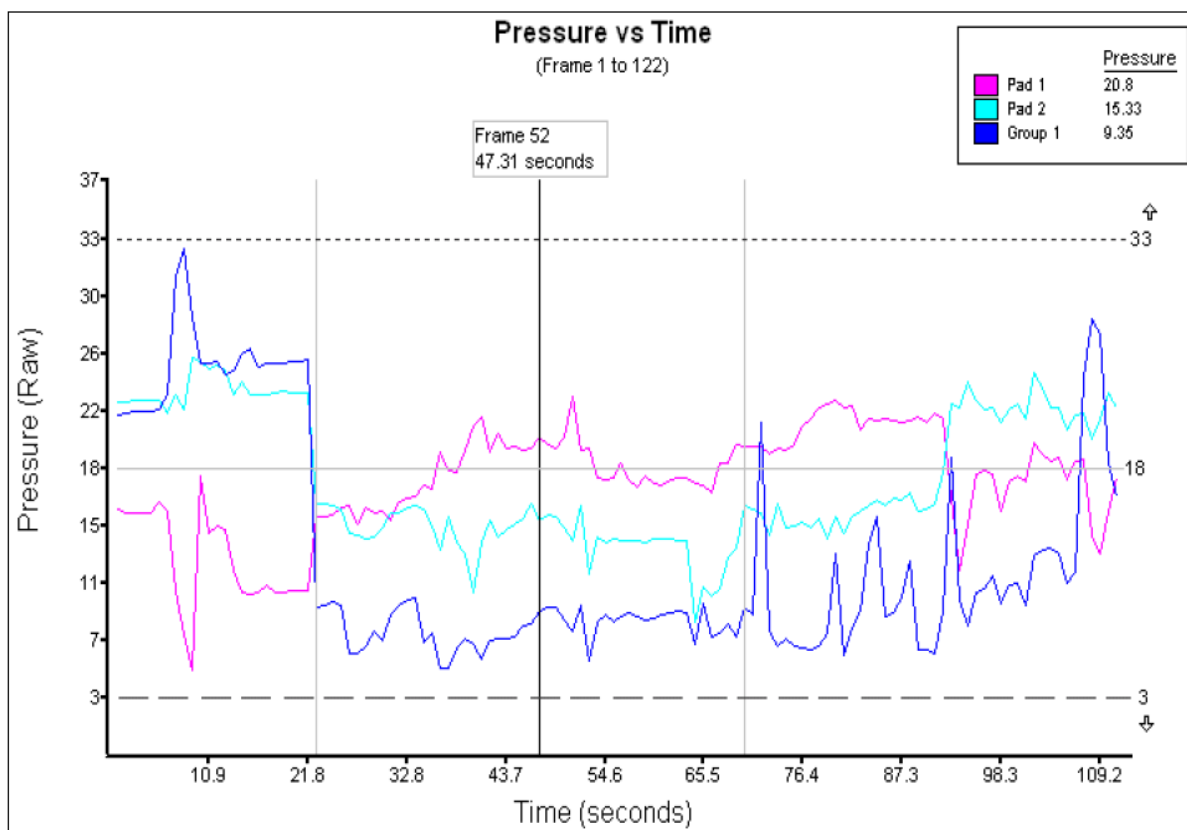


Obr. č. 19 Režim 3D sedadlo / židle [7]

2.2 Grafy

2.2.1 Graf porovnání závislosti tlaku na času

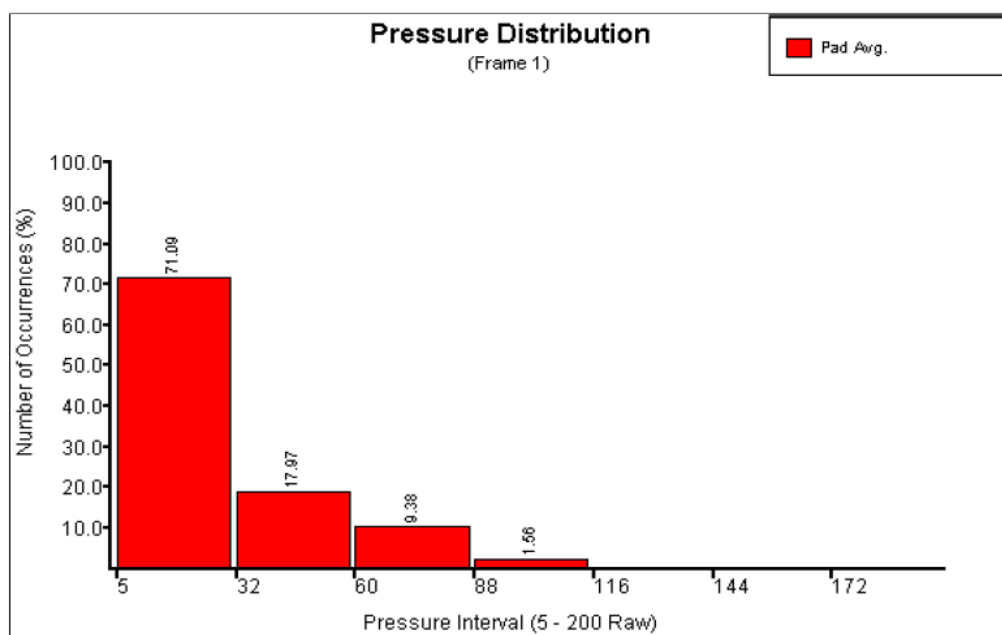
Na obrázku č. 20 graf ukazuje časovou a tlakovou linii kontaktní plochy. Na ose X jsou vyneseny hodnoty času a na ose Y zase hodnoty tlaku vygenerované z čidel nebo snímače skupiny. Všechny měřené hodnoty se dají předem nastavit. Šedé linie označují vždy usazení do sedadla, černé linie označují zkoumaný snímek a vodorovné čáry jsou ukazatele tlaku a používají se jako vizuální pomůcky při interpretaci grafu.



Obr. č. 20 Graf závislosti tlaku na času [7]

2.2.2 Graf rozložení tlaku

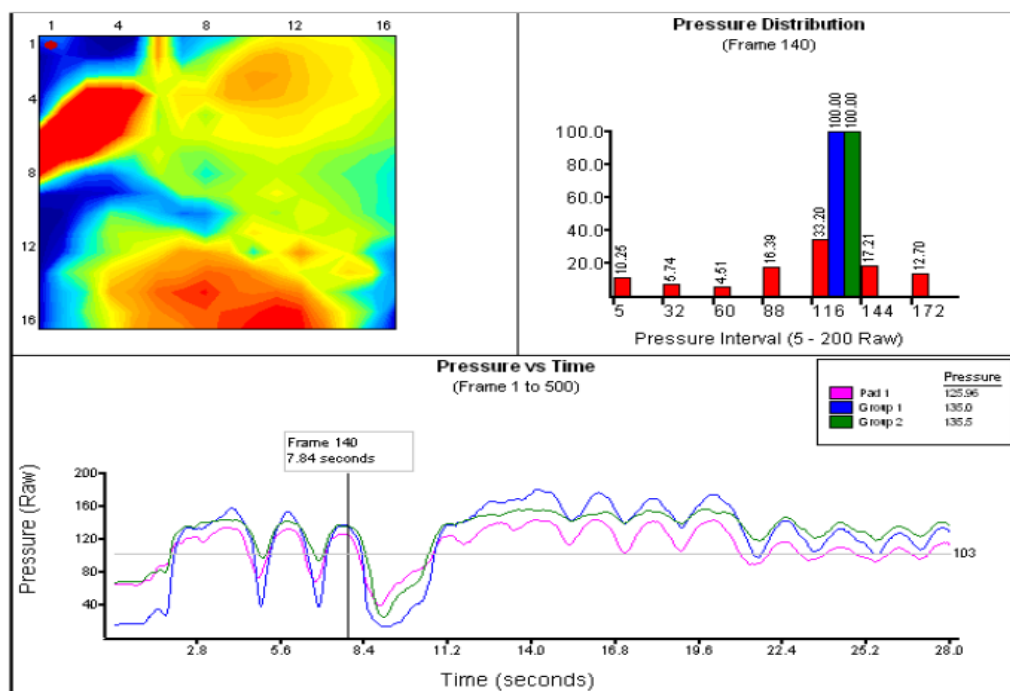
Graf na obrázku č. 21 se používá k zobrazení rozložení tlaku vždy pro aktuální snímek. Z grafu lze zobrazit jednotlivé položky, průměr všech položek a čidlo celkové skupiny. Rozložení tlaku graf ukazuje počet výskytů nebo-li četnost senzorů tlaku ve stanovených intervalech. Nastavena je předem dolní a horní limita. Rozložení každého intervalu je vyjádřené v procentech. Rozsah tlaku může být rozdělena do 1 až 250 intervalů ... Rozložení tlaku Graf zobrazuje normálně celý rozsah tlaku.



Obr. č. 21. Graf rozložení tlaku [7]

2.3 Režim Multi - prohlížeče

Použití zobrazení v režimu Multi-View na obrázku č. 22, kde je možné sledovat aktuální snímek až ve čtyřech různých pohledech najednou podle vlastních potřeb.



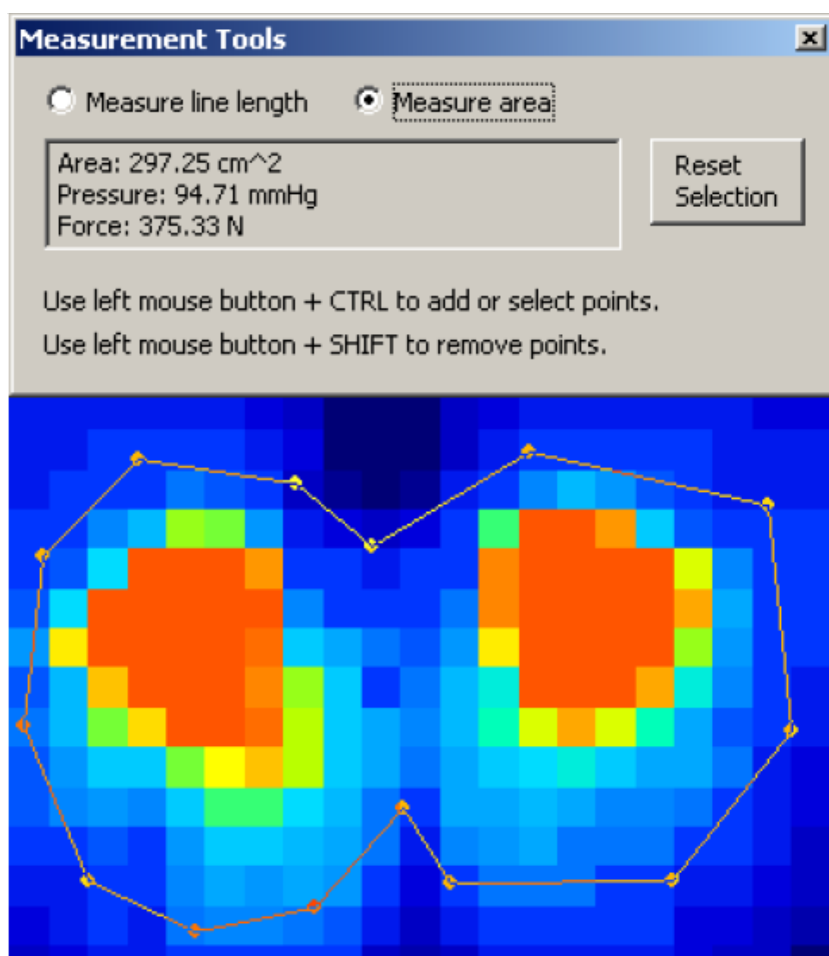
Obr. č. 21 Multi – prohlížeč [7]

2.4 Nástroj pro měření plochy a linie

Nástroj jimž je možné měřit libovolnou vzdálenost bodu nebo plochu tlakového pole.

2.4.1 Měřená plocha

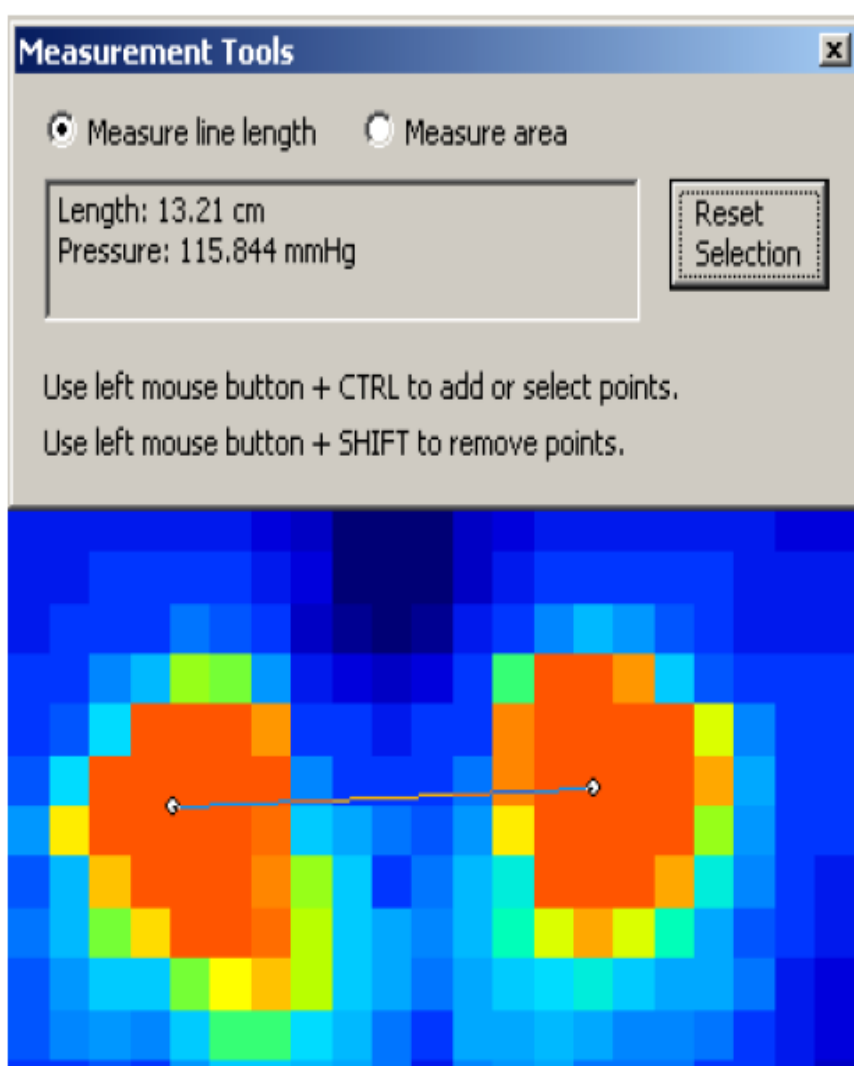
Jedná se o nástroj pro plošné měření tlaku. Pomocí tohoto nástroje je možné definovat libovolnou oblasti kontaktní plochy a získávat hodnoty vyznačené plochy v centimetrech čtverečních. Výsledný tlak, který je na danou plochu vyvíjen v námi předem zvolených jednotkách a konečnou silu v Newtonech. Hodnoty i jednotkami se zobrazují v tabulce nad zobrazením tlakového pole kontaktní plochy, což je vidět na níže uvedeném obrázku č. 22.



Obr. č. 22 Oblast měřené kontaktní plochy

2.4.2 Nástroj pro měření linie

Podobný nástroj jako ten předcházející, který však místo plochy vytváří linii zakončenou pomocí dvou koncových bodů. Těmi lze libovolně měnit její vzájemnou vzdálenost a polohu. Výslednými hodnotami je pak délka linie v centimetrech a tlak v námi předem zvolených jednotkách. Příklad možnosti proložení linie přes tlakovou plochu na obrázku č. 23.



Obr. č. 23 Proložení linie přes tlakovou plochu

3. Experiment

Označení experiment se používá pro jakési testování, při kterém pozorujeme a následně vyhodnocujeme chování a vztahy mezi dvěma proměnnými, kdy jsou dopředu nastaveny parametry, podle kterých následně experiment probíhá. U experimentu je typické, že v jeho průběhu se zavádí určitý testovací prvek (nezávisle proměnná) a sleduje se a měří jeho vliv na určitý jev nebo proces (závisle proměnná). [1]

Pro měření tlakového pole u autosedaček doposud neexistují žádné normy jako například pro testování jejich vibrací. Každý výrobce se pouze řídí společnými limity, které by měla výsledná autosedačka splňovat. Výběr vzorku a způsob měření tak ovlivňuje jejich dostupnost.

Na základě dostupných možností byl navrhnout experiment pro hodnocení autosedačky z hlediska komfortu sedící osoby prostřednictvím měření tlakového pole. Tento experiment v sobě zahrnuje dvě části. První část obsahuje metodu hodnocení pomocí subjektivních pocitů vedenou dotazníkovou formou, druhou metodu objektivní za pomoci použití měřicího přístroje XSENSOR X3.

Měření probíhalo na katedře oděvnictví v kabinetu Investroniky, kam byly umístěny vzorky automobilových sedadel. Pro obě metody byly použity tři odlišné druhy autosedaček zapůjčené od firmy Magna Seating Chomutov s. r. o. Firma se zabývá výrobou autosedaček pro automobilové značky Renault, Škoda, Mercedes – Benz a oddělenou výrobou autosedaček značky Porsche.

Vzorky byly pro další zpracování označeny jako

- vzorek č.1 (Porsche Panamera)
- vzorek č.2 (Škoda SuperB)
- vzorek č.3 (Mercedes Smart)

Měření probíhala za účasti 20 figurantů.

- muži i ženy
- věkové rozmezí 18 – 41 let
- váhové rozmezí 55 – 95 kg
- výškové rozmezí 152 – 190 cm

3.1 Subjektivní metoda pro měření tlakového pole

Pro subjektivní metodu hodnocení je zvolena forma dotazování.

Dotazování patří k nejrozšířenějším postupem marketingového výzkumu. Uskutečňuje se pomocí nástrojů (dotazníků, záznamových archů) a vhodně zvoleného kontaktu z nositelem informací. Nabízí se možnost osobního, písemného, telefonického a elektronického dotazování. [1]

V našem případě byl zvolen způsob osobního dotazování, které probíhalo současně s měřením tlakového pole autosedačky. Respondentovi jsou tak kladeny otázky tazatelem a ten je rovnou vyplňuje do předem vytvořeného dotazníku. Osobní metodou dotazování lze předejít případnému nepochopení kladené otázky. Kromě nalezení vhodného nástroje pro sběr informací, je stejně důležitý i výběr osob jenž se dotazování účastní. Jako určující faktor se jeví jejich vlastnosti. Mezi tyto důležité ukazatele patří např. věk, pohlaví, tělesné proporce, dosažené vzdělání, atd...

3.1.1 Dotazník

Samotná podoba dotazníků se skládá z několika otázek, které se týkají hodnocení jednotlivých částí zkoumaných autosedaček. Respondent hodnotí komfort jednotlivých částí na stupnici od 1 – 5 . Plná podoba výsledného dotazníku je uvedena v Příloze A.

Získané odpovědi od respondentu se zaznamenávají do dotazníků a po té se analyzují. K analýze se využívá celá řada metoda od statistických až po matematické. Od analýzy se přechází k samotnému vyhodnocení výsledků. Díky použití metody osobního dotazování je možné sledovat přímé reakci respondentu při kontaktu s autosedačkou a případně zachytit další popis pocitu při testování.

3.2 Objektivní měření pomocí tlakové podložky XSENSOR X3

Jako objektivní měření je navrhnout experiment, při kterém se měří tlakové pole sedací a zádové opěry pomocí tlakové podložky XSENSOR X3. Měření spočívalo v položení měřicí tlakové deky na autosedačku a měřily jsme rozložení tlaku při posazení lidské postavy.

Spočívá v měření tlakového pole sedící osoby.

- sedací část
- zádová část

3.2.1 Vzorek č.1.

První vzorek je elektronicky ovládané sedadlo automobilu značky Porsche Panamera.

Jako potahový materiál je zde použita hovězí kůže, jejíž kvalita prochází přísnou kontrolou po celou dobu výroby potahu sedadla. Výplň pak nejčastěji tvoří polyuretanová pěna. Na lakovaném podstavci autosedačky se nachází prvky pro posun a ovládaní sedadla. Pomocí těchto prvků je možné měnit nastavení sedadla v podélném směru, ale také výškově. Těmito prvky se mění samozřejmě i sklon sedáku a zádového opěradla. Sedadlo obsahuje také tlačítka umožňující tvarování bederní opěry. Celá autosedačka je vsazena do kovového rámu z ližinami a upevněná k podlaze automobilu. Pro zvýšení komfortu řidiče je sedadlo vybaveno vyhříváním jak sedáku tak zádové opěry. Jako topná složka se zde používá karbonová síť.

Jelikož bederní opěra navazuje plynule na opěru hlavy, odpadá zde bohužel možnost měnit její sklon nebo výšku. Právě díky tomuto přechodu působí autosedadlo dlouhým a úzkým dojmem, což je možné zhodnotit vizuálně na obrázku č. 23.



Obr. č. 23 Vzorek č. 1

Sedací plocha

Výška sedací plochy je 18 cm. Sedák se skládá z jedné hlavní část, dvou úzkých postraních a pro zvýšení pohodlí i jedné malé liště v zadní části sedáku. Pohled na sedák na obrázku č. 24. Kůže na středu sedáku je perforovaná. K celkovému vzhledu autosedačky přispívá i sportovní varianta automobilu, pro který je zhotovena.



Obr. č. 24 Sedák vzorku č. 1

Zadní opěra

Zadní opěra spolu s opěrou hlavy, jak je uvedeno výše tvoří jednu společnou část. Bederní část je po celé délce tvarovaná a stejně jako u sedáku na středu vybavena perforovanou kůží. Celkový tvar lze popsat podle obrázku č. 25 jako velmi členitý a konstrukčně náročnější.



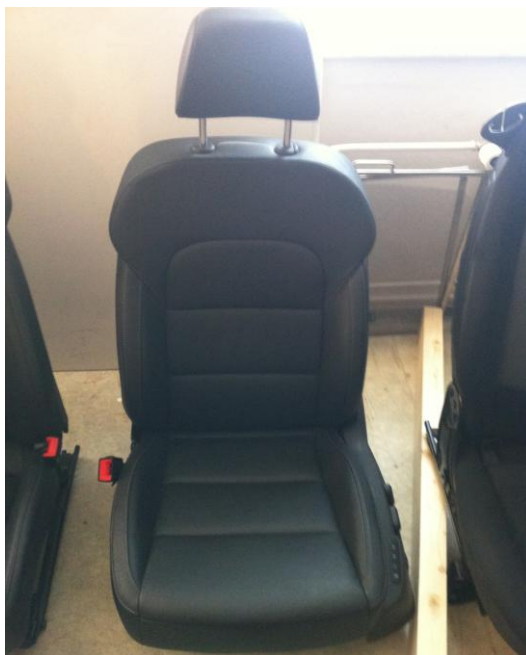
Obr. č. 25 Zádová opěra vzorku č. 1

3.2.2 Vzorek č. 2

Také u druhého vzorku se jedná o elektronicky ovládané sedadlo a to konkrétně automobilu značky Škoda Suber B. Potahový materiál se skládá z kombinace kůže a koženky nebo-li syntetická useň. Na tzv. pohledové části se používá kůže a v zadní části je nahrazena koženkou. Výplňkový materiál zůstává stejný jako u předcházejícího vzorku a to polyuretanová litá pěna. Sedadlo se ovládá elektronicky pomocí prvku umístěných na širokém plastovém rámu, do kterého je upevněn. Pomocí těchto prvků se ovládá výškový posuv sedadla a také sklon zádové opěry. Zádová opěra obsahuje také tvarování v bederní oblasti. Elektricky se pak ukládá i paměť nastavení celkem až tři polohy sedadla. K plastovému rámu se připevňují ližiny, které se pak připevňují k podlaze automobilu.

S porovnáním s předcházejícím vzorkem působí autosedadlo širším dojmem, jak je možné porovnat na obrázku č. 26. U tohoto vzorku je použito menší množství výplňkového materiálu než u vzorku č.1. Opěra hlavy je dělena a tudíž výškově nastavitelná. V zadní části sedadla se nachází malý úložný prostor v podobě kapsy.

Pro zvýšení komfortu řidiče existuje u tohoto sedadla i varianta s vyhříváním sedáku a zádové opěry.



Obr. č. 26 Vzorek č. 2

Sedací plocha

Sedák vysoký 27 cm tvarovaný použitím rozdělení na několik částí je už na první pohled širší než vzorek č.1. Boční a střední tvarované kožené části se skládají z několika dílů zdobených prošitím. Celkový tvar sedáku je možné vidět na obrázku č. 27.



Obr. č. 27 Sedák vzorku č.2

Zádová opěra

Zádová opěra je stejně elektronicky nastavitelná jako bederní část. Skládá se z několika dílů, na obrázku č. 28, s cílem vytvoření co nejlepšího pohodlí autosedaadla. Boční zádová část obsahuje zašitý airbag. Na zadní část autosedačky je místo kůže použita koženka. Výška hlavové opěry se na rozdíl od předcházejícího vzorku mění podle potřeb uživatele.



Obr. č. 28 Zádová opěra vzorku č.2 .

3.2.3 Vzorek č. 3

Autosedačka vozu Mercedes Smart je uzavírá jako vzorek č.3 vybrané autosedačky pro měření tlakového pole. Potahovým materiálem je zde syntetická polyesterová tkanina, zadní část tvoří filcový materiál. Výplňkovým materiálem je opět polyuretanová pěna v menších vrstvách než u předcházejících vzorků.

Manuální nastavení sedadla je možné pouze v horizontální rovině pomocí páky umístěné v přední části pod sedákem. Nastavit lze také sklon zádové opěry. Hlavová opěra je stejně jako u vzorku č. 1. součástí zádové opěry, obrázek č. 29 a tudíž její sklon závisí na sklonu zad. Zadní část sedadla je hladká. Kovový rám autosedačky obsahuje i ližiny. Ty jsou v sedadle připevněny k podlaze automobilu v rozdílné výšce, a proto je důležité na to brát ohled před samotným začátkem měření.



Obr. č. 29 Vzorek č. 3

Sedací plocha

Sedák se nachází ve výšce 28 cm . Hlavní část se je v polovině rozdělena vytvořeným švem a dále, jak je z obrázku č. 30 vidět, z obou stran uzavřen bočním dílem. V zadní části sedáku jsou pak dva plastové prvky.



Obr. č. 30 Sedák vzorku č. 3

Zádová opěra

Bederní část není výrazně tvarovaná. Celkově tvoří jednu část s opěrou hlavy, obrázek č. 31.



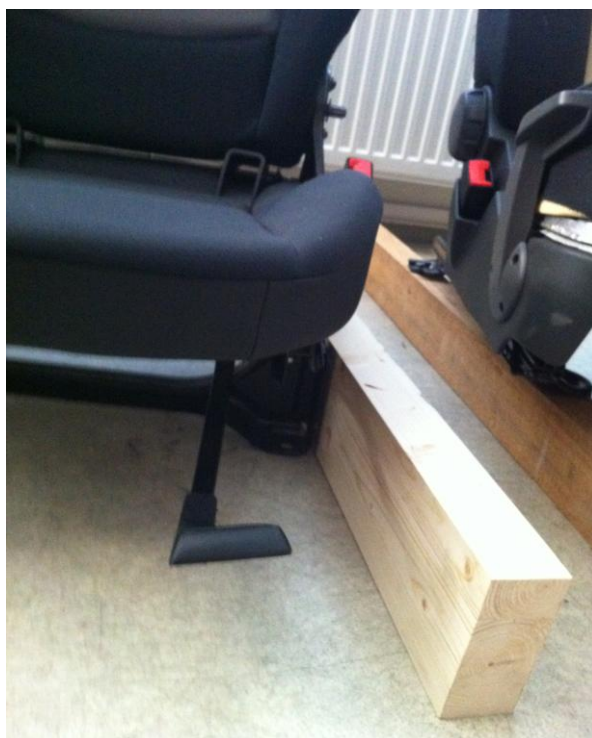
Obr. č. 31 Zádová opěra vzorku č. 3.

3.3 Příprava na měření

Po výběru vzorků před samotným začátkem měření je nutné jednotlivé vzorky nejprve připravit. K vytvoření co nejreálnějších podmínek pro měření tlakového pole musíme simulovat i výšku sedáku a sklon opěradla.

Všechny tři vzorky byli proto uvedeny do stejného sklonu, který je výrobcem označen jako základní. Uhel, který svírá, odpovídá 120° .

U vzorku č. 3 muselo dojít k podložení pomocí dřevěných hranolů, aby sklon sedáku a jeho výška byly stejné jako u namontovaného sedadla v automobilu. Dřevěné hranoly, na obrázku č. 32, byly namontované ke kovovým ližinám autosedadla



Obr. č. 32 Podložení pomocí dřevěných hranolů

3.4 Postup měření

Měřená osoba je posazena do jednotlivých vzorků autosedaček. Mezi sedící plochu a sedící osobu se umístí měřicí tlaková podložka. Sedící osoba zaujme následující pozici :

- nohy jsou volně koleny u sebe
- nohy svírají úhel 115°
- chodidla se dotýkají země
- ruce zaujímají pozici na stehnech (sedadlo řidiče a spolujezdce je totožné, proto tato poloha rukou)
- bedra se opírají o zádovou opěru
- hlava se může lehce dotýkat opěrky

Pozici těla sedící osoby a dolních a horních končetin zobrazují obrázky č. 33 a 34.



Obr. č . 33 Pozici těla sedící osoby



Obr. č . 34 Pozici dolních a horních končetin

Po usazení měřené osoby do správné polohy, je nutné počkat, předem určené 3 minuty. Tento časový interval je určen pro tzv. ustálení měřeného tlaku. Až po jeho uplynutí začneme nahrávat pomocí snímače samotné měření.

Následuje spuštění nahrávání měření tlakového pole s předem nastavenou délkou 2 minuty. Během nahrávání odpovídá figurant na otázky z dotazníku tykající se komfortu sedící osoby spojené s tlakovým polem. Po ukončení nahrávání se vytvořené snímky a naměřená data uloží do vytvořené složky v počítači.

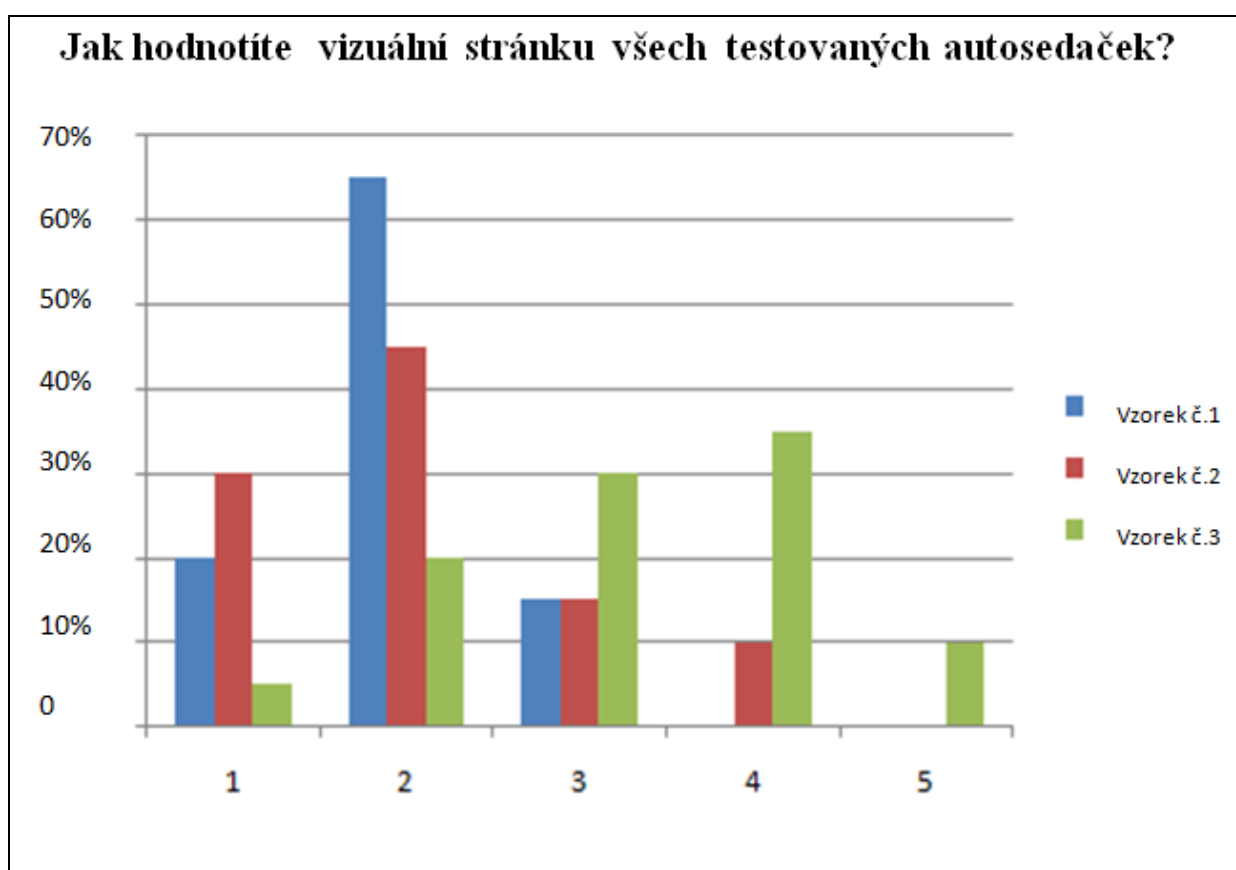
Měřená osoba vstane a tlaková podložka se umístí na zádovou opěru autosedadla. Po té nastává druhá část měření a tentokrát tlakového pole v oblasti zad. Měřená osoba zaujme stejnou pozici jako v první části testování. Další postup je srovnatelný s předešlým měřením. Takto měřená osoba postupně vystřídá všechny vzorky, které zároveň hodnotí pomocí odpovědí na otázky z dotazníku. Celková doba strávená na jednom sedadle se pohybuje okolo 10 minut.

4. Vyhodnocení experimentu

4.1 Subjektivní metoda

Z odpovědi na otázku týkající se vizuální stránky testovaných autosedaček se k vzorku č. 1 vyjádřilo kladně 85% dotazovaných, k vzorku č. 2 to bylo 75% a vzorek č. 3 se líbilo jen 25% dotázaných. Vzorek č. 3 není vůbec co se týká vzhledu pro respondenty atraktivní.

Při hodnocení vizuální stránky měli respondenti brát ohled na faktory podílející se na celkovém vzhledu autosedačky. Patří sem rozměry sedadla, tvar a použitý materiál. Výsledky jsou zobrazeny v grafu na obrázku č. 35.

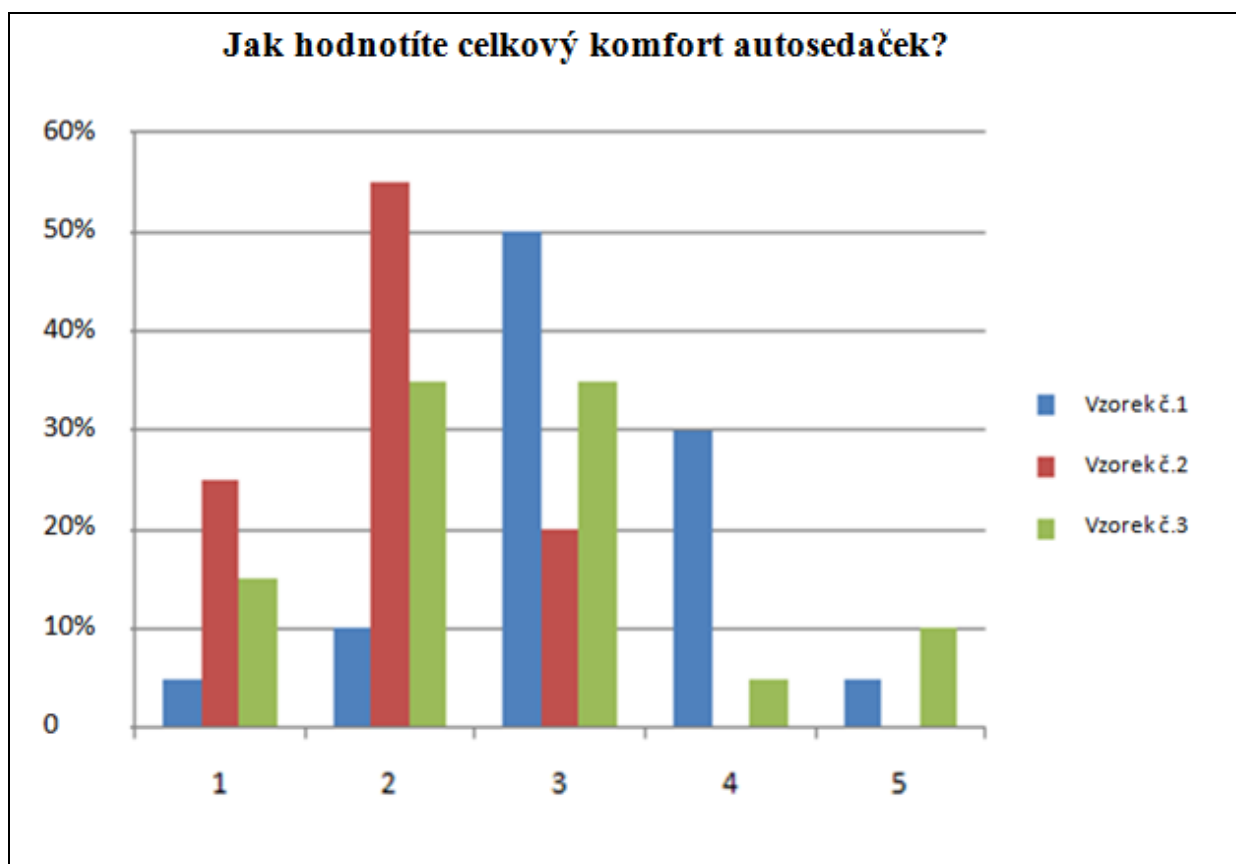


Obr. č . 35 Graf hodnocení vizuální stránky všech testovaných autosedaček

V hodnocení celkového komfortu jednotlivých autosedaček se výrazně odráží, jak tuhost, pohodlí a celkové rozměry sedadla vyhovují daným tělesným proporcím respondenta.

Vzorek č. 1. se dotazovaným jeví jako velmi tvrdý a vzorek č. 3 naopak jako velmi měkký, při čemž vyhovoval spíše ženské části dotazovaných. Nejpohodlnějším, proto až 80 % dotazovaným označilo vzorek č. 2 , který nikdo neohodnotil horší známkou než je 3.

Graf s hodnocením celkového pohodlí a komfortu autosedaček je na obrázku č. 36.



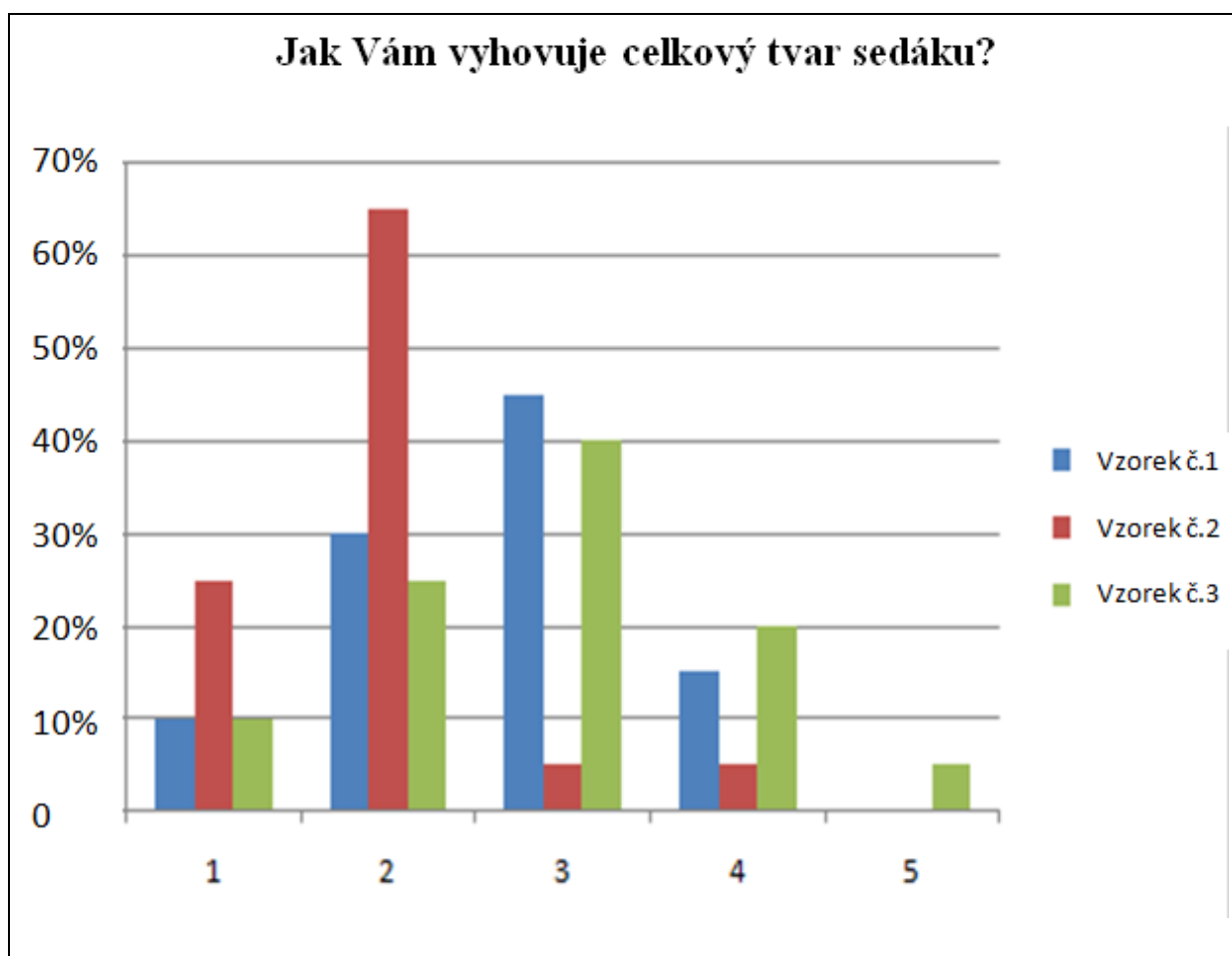
Obr. č . 36 Graf hodnocení komfortu autosedaček

Následující dotazování se už zaměřuje konkrétně na jednotlivé části autosedačky. Hodnocena je sedací a záďová část a nakonec i opěrka hlavy.

Jako první část autosedačky je hodnocen tvar a rozměru sedáku. Sedací plocha se velmi výrazně liší u jednotlivých vzorku, jak tvarově tak rozměrově.

U vzorku č. 1 vyhovuje tvar sedáku 40 % dotazovaných a 45 % jej ohodnotilo známkou 3. Až 90 % se kladně vyjádřilo o vzorku č. 2, který je zároveň i prostorově nejširší. V hodnocení dopadl nejhůř vzorek č. 3, který kladně ohodnotilo jen 35% dotazovaných a 40% známkou 3.

Vyhodnocení tvaru sedáku u všech vzorků autosedaček znázorňuje graf na obrázku č. 37.

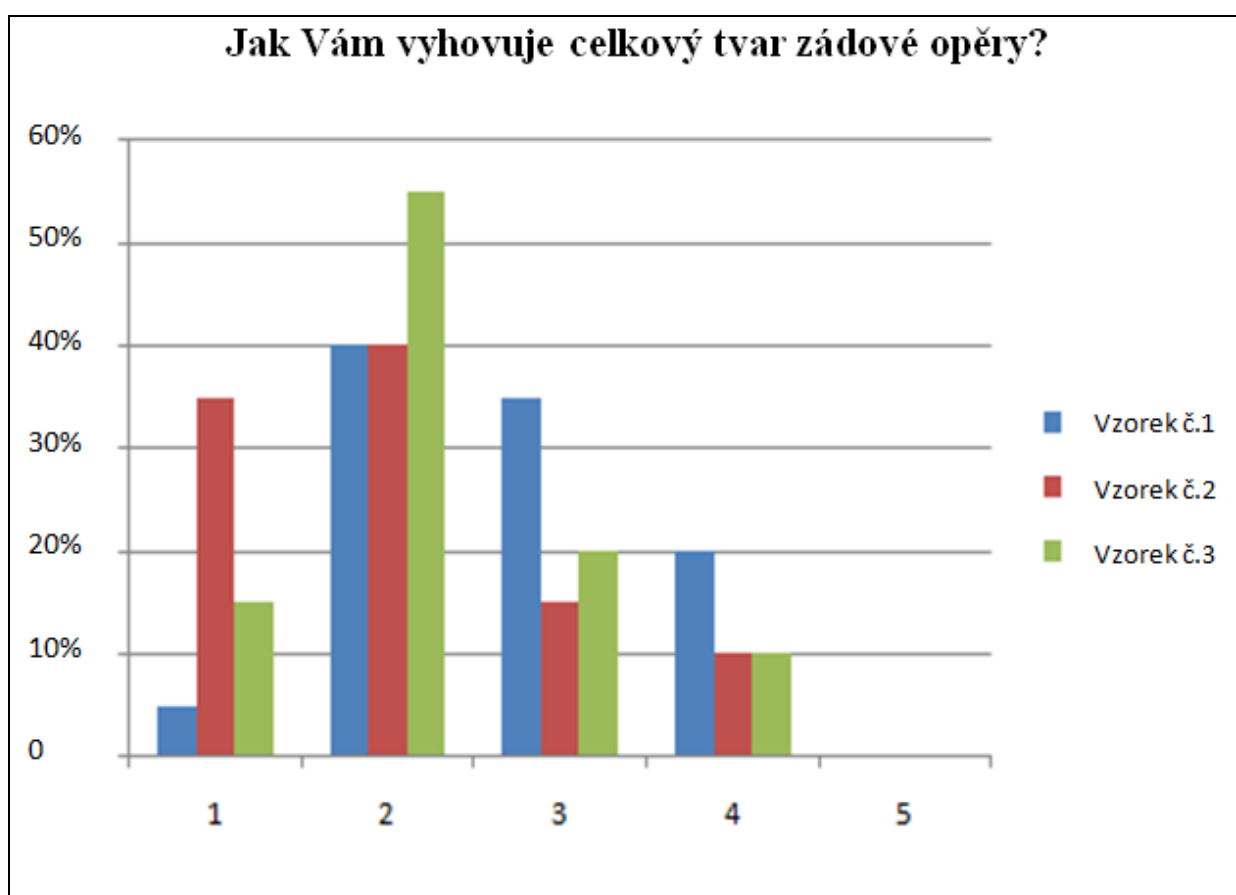


Obr. č . 37 Graf hodnocení tvaru sedáku

Z hlediska nejčastějších zdravotních problémů hraje velkou roli opera zad především v bederní oblasti.

Tvar zádové opěry, s ohledem na tvarování v bederní části, nejvíce vyhovoval u vzorku č. 2 – 75% a vzorku č. 3 – 70%. Vzorek č. 2 se svým tvarem vyhovoval všem typům postavy. Vzorek č. 3 hodnotili kladně hlavně ženy s drobnější postavou. A nakonec vzorek č. 1 hodnotilo kladně 45% většinou se štíhlou a vysokou postavou.

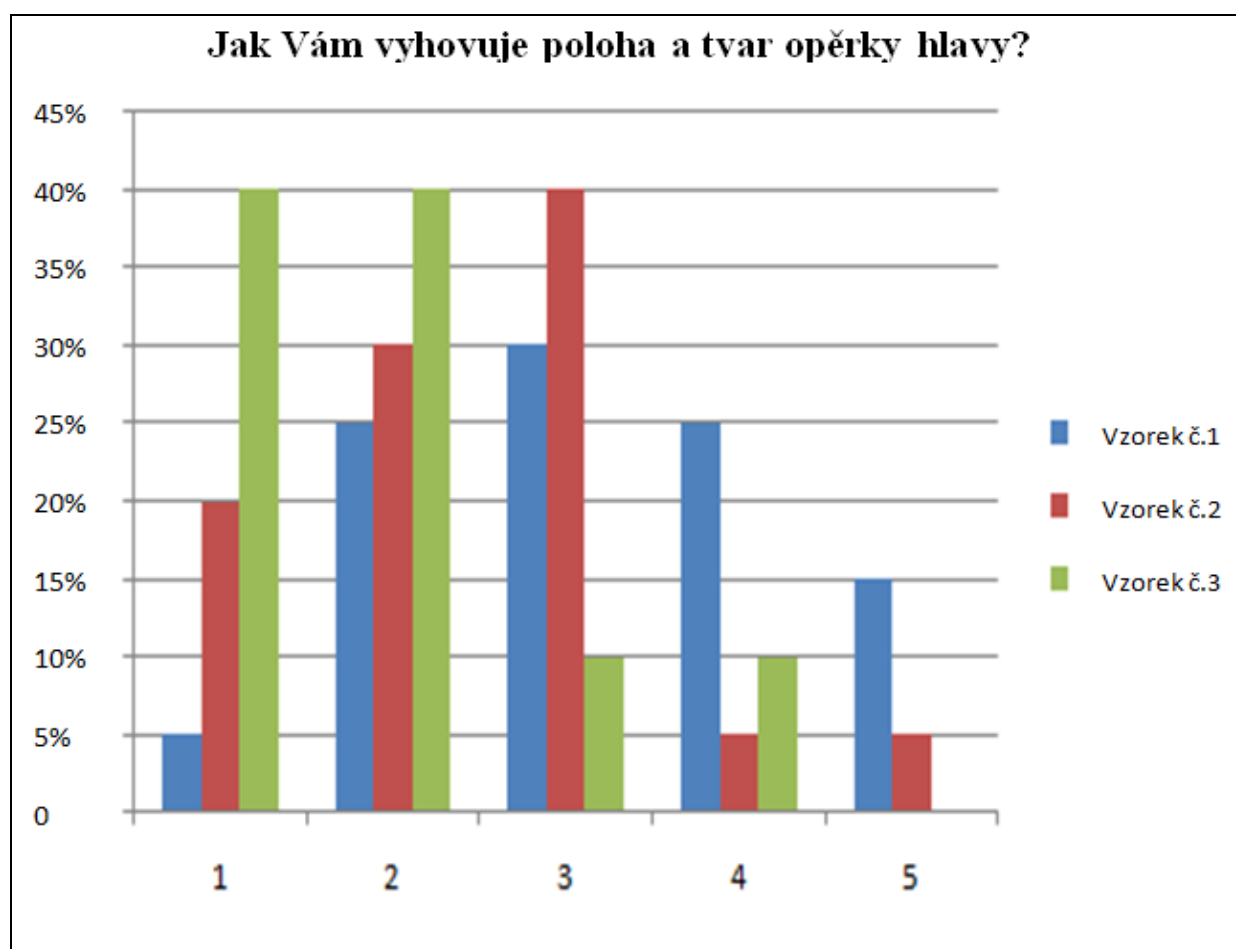
Výsledky hodnotící tvar zádové opěry nalezneme v grafu na obrázku č. 38.



Obr. č . 38 Graf hodnocení tvaru zádové opěry

Největší různorodost je vidět u tvarového řešení hlavové opěrky. Ačkoliv u vzorku č. 1 a vzorku č. 3 je hlavová opěrka součástí zadové opěry a tudíž není možné měnit její polohu, hodnocena je velmi odlišně. Až 80 % dotazovaných hodnotí pozitivně opěrku hlavy u vzorku č.3, zatím co u vzorku č.1 je to jen 30%. Přesně polovině dotazovaných vyhovuje opěrka hlavy u vzorku č. 2. , která jako jediná umožňuje měnit její polohu.

Graf znázorňující hodnocení tvaru opěrky hlavy na obrázku č. 39.



Obr. č . 39 Graf hodnocení tvaru zadové opěry

Spokojenost s komfortem autosedačky a jejich částí velmi zaleží na tělesných proporcích dotazovaných. Navíc každý člověk má pocit vnímání komfortu na jiné úrovni. Obecně vzato jako nejvhodnější prototyp autosedačky, vychází ze subjektivního hodnocení, vzorek se č. 2.

4.2 Objektivní metoda

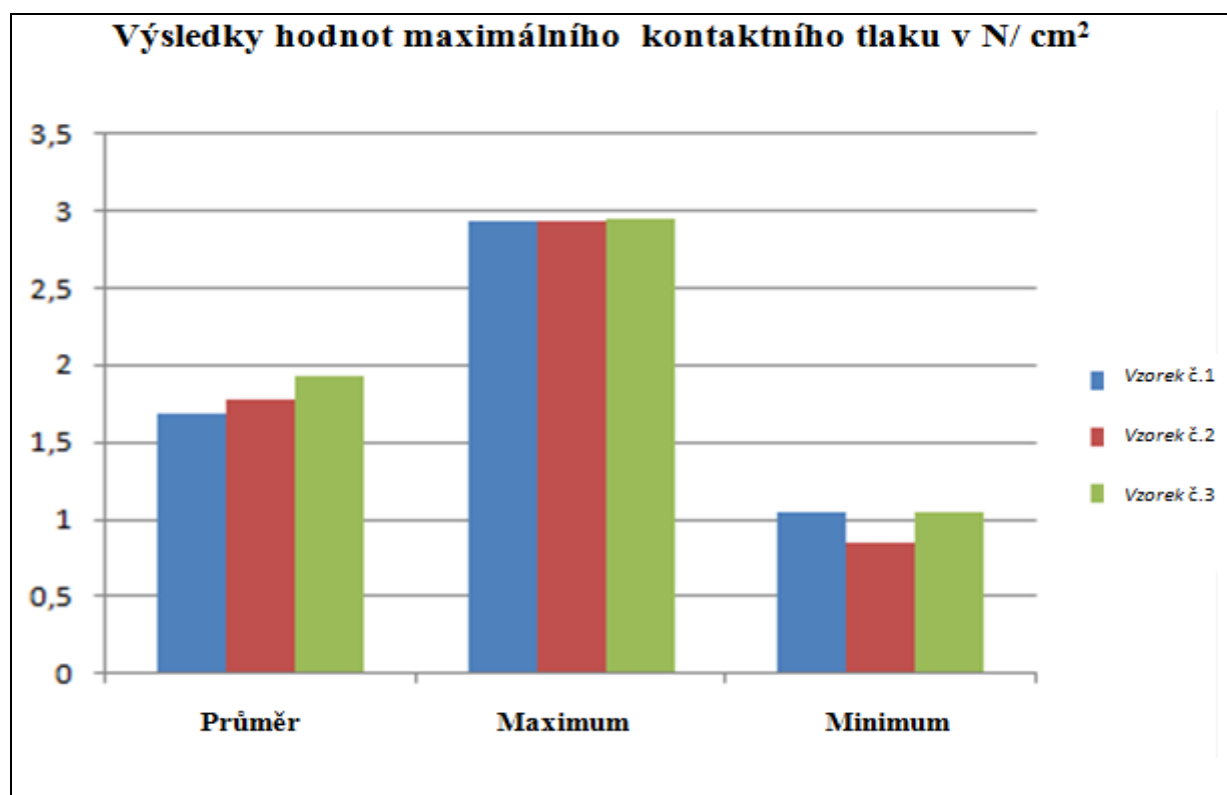
Tab. č. 2 Maximální hodnoty kontaktního tlaku v N/ cm².

Sedací část	Vzorek č.1	Vzorek č.2	Vzorek č.3
1	2,04	2,15	2,83
2	2,24	2,93	2,84
3	1,47	1,46	1,28
4	1,59	1,89	1,97
5	1,18	1,12	1,09
6	1,21	1,51	1,28
7	1,28	1,21	1,62
8	1,43	1,61	2,29
9	1,19	0,85	1,04
10	1,78	2,62	1,89
11	1,835	1,68	2,21
12	1,04	1,14	1,1
13	1,65	1,62	1,858
14	2,93	2,91	2,71
15	2,91	2,93	2,95
16	1,57	1,35	2,41
17	1,17	1,46	1,65
18	2,93	2,26	2,5
19	1,1	1,23	1,16
20	1,21	1,61	1,89

Naměřené hodnoty maximálního lokálního tlaku na sedací plochu autosedačky jsou uvedeny v tabulce č. 2. Tyto jsou dále zpracovány a výsledky je možné najít v tabulce č. 3. Vypočítána je vždy průměrná hodnota tlaku, směrodatná odchylka a variační koeficient. Jejich znázornění v grafu na obrázku č. 40.

Tab. č. 3 Zpracované výsledky maximálního lokálního tlaku na sedací plochu

Sedací část	Vzorek č.1	Vzorek č.2	Vzorek č.3
Minimum	1,04 [N/ cm ²]	0,85 [N/ cm ²]	1,04 [N/ cm ²]
Maximum	2,93 [N/ cm ²]	2,93 [N/ cm ²]	2,95 [N/ cm ²]
Průměr	1,688 [N/ cm ²]	1,777 [N/ cm ²]	1,929 [N/ cm ²]
s	0,606 [N/ cm ²]	0,628 [N/ cm ²]	0,627 [N/ cm ²]
v	35,9 %	35,34 %	32,5 %



Obr. č. 40 Graf s výsledky měření tlakového pole autosedaček pro sedací plochu

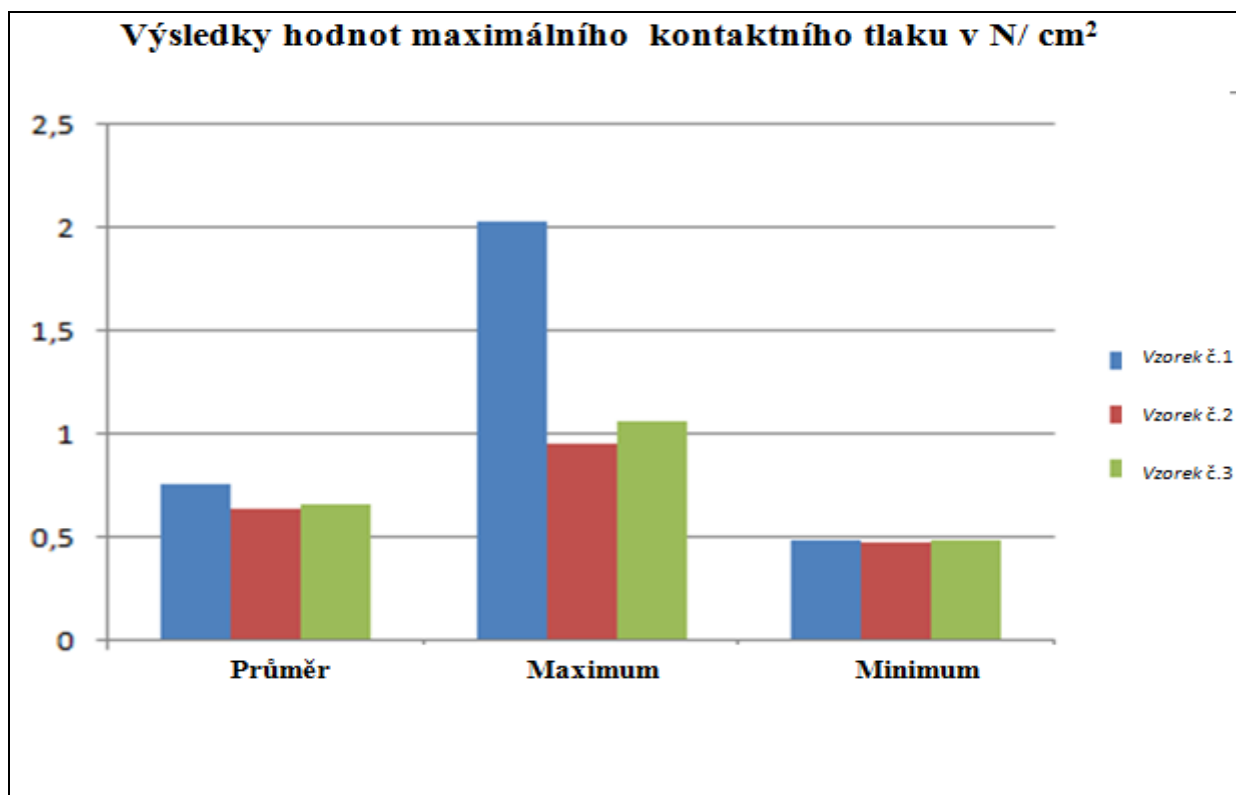
Tab. č. 4 Maximální hodnoty kontaktního tlaku v N/ cm²

Zádová část	Vzorek č.1	Vzorek č.2	Vzorek č.3
1	1,61	0,74	0,81
2	0,59	0,60	0,63
3	0,54	0,52	0,61
4	0,64	0,62	0,65
5	0,49	0,66	0,49
6	0,59	0,65	0,62
7	0,63	0,80	0,61
8	0,88	0,64	0,66
9	0,57	0,61	0,70
10	0,85	0,58	0,60
11	0,57	0,61	0,58
12	0,79	0,95	1,06
13	2,03	0,84	0,77
14	0,59	0,57	0,61
15	0,65	0,48	0,53
16	0,64	0,65	0,69
17	0,55	0,59	0,62
18	0,81	0,57	0,65
19	0,53	0,55	0,66
20	0,59	0,64	0,62

Naměřené hodnoty maximálního lokálního tlaku na zádovou opěru autosedačky jsou uvedeny v tabulce č. 4. Tyto jsou dále zpracovány a výsledky je možné najít v tabulce č. 5. Vypočítána je vždy průměrná hodnota tlaku, směrodatná odchylka a variační koeficient. Jejich znázornění v grafu na obrázku č. 41.

Tab. č. 4 Zpracované výsledky maximálního lokálního tlaku na zádovou opěru

Sedací část	Vzorek č.1	Vzorek č.2	Vzorek č.3
Minimum	0,49 [N/ cm ²]	0,48 [N/ cm ²]	0,49 [N/ cm ²]
Maximum	2,03 [N/ cm ²]	0,95 [N/ cm ²]	1,06 [N/ cm ²]
Průměr	0,757 [N/ cm ²]	0,644[N/ cm ²]	0,659 [N/ cm ²]
s	0,376 [N/ cm ²]	0,11 [N/ cm ²]	0,115 [N/ cm ²]
v	49,67 %	17,081 %	17,451 %



Obr. č. 41 Graf s výsledky měření tlakového pole autosedaček pro zádovou opěru

4.3 Vyhodnocení

Na základě měření tlakového pole použitím objektivní metody, se ukázal je nepohodlnější sedák vzorku č. 1. Toto zjištění vychází ze skutečnosti, že nejnižší hodnoty průměrného maximálního tlaku nabývá právě vzorek č. 1. Je to právě maximální lokální tlak působící v oblasti Tuber Ischiadicum, který nejvíce ovlivňuje pocit pohodlí a komfortu. Tvarově nejnáročnější sedák umožňuje lepší rozložení tlaku, než zbývající dva vzorky, jejichž výsledná hodnota průměrného maximálního tlaku je téměř stejná.

V hodnocení zádové části autosedačky však vzorek č. 1 propadl. Jako nepohodlnější tak z výsledků vychází vzorek č. 2, což potvrzuje i předcházející hodnocení subjektivní metodou. S minimálním rozdílem za vzorkem č. 2 se ve výsledku nachází vzorek č. 3.

Nakonec třeba dodat, že celková hodnota lokálního tlaku se liší podle typu postavy. Není pravidlem, že štíhlá postava znamená menší tlak. Vždy záleží na celkovém typu postavy a zda se mu tvar autosedačky přizpůsobí.

5. Doporučení pro možnosti zvýšení komfortu sedící osoby

Jak už bylo několikrát zmíněno pocit vnímání komfortu se člověk od člověka liší. Zvýšit komfort sezení při jízdě v automobilu můžeme třeba i tím, že si vybereme správný automobil. Většina automobilových prodejců nabízí možnost výběru materiálu, vytápění sedadla, ne však už jeho samotný tvar a rozměry. Před zakoupením vozu se proto doporučuje tzv. testovací jízda, kdy je otestován nejen výkon automobilu, ale právě jako komfort. Každý preferuje jinou tuhost sedadla, většinou se ale kvality autosedačky pozná právě množstvím a druhem použitého výplňkového materiálu.

Po usazení do automobilu věnujte pozornost správnému nastavení sedadla. Měňte výšku posedu, vzdálenost sedadla od volantu, sklon sedáku, zad a opěrky hlavy, tvarování bederní části atd...Jednoduše si hrajte se všemi ovládacími tlačítky, které jsou v automobilu pro nastavení sedadla k dispozici, než bude vaše poloha sedadla optimální. Dřív nevyjíždějte. Jak správně nastavit autosedadlo je uvedené výše v kapitole *1. 3 Požadavky na sedadlo řidiče*.

Při delší jízdě se doporučuje dělat častější pauzy, za účelem protažením svalů. Právě pro delší cesty věnujte pozornost vhodnému výběru bot a oblečení, při delším kontaktu se sedadlem může negativně ovlivnit celkový pocit pohodlí.

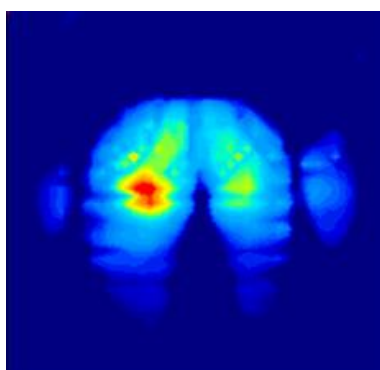
Pro psychický komfort se doporučuje mít vždy po ruce oblíbenou ne však příliš hlasitou hudbu a na dosah ruky vždy přístup k nealkoholickému nápoji.

Nejdůležitějším faktorem je pak samotný typ postavy sedící osoby. Tento fakt je možné posoudit podle následně vypracovaného porovnání, které obsahuje tlakové mapy čtyř odlišných typů postav ve třech různých vzorcích autosedaček.

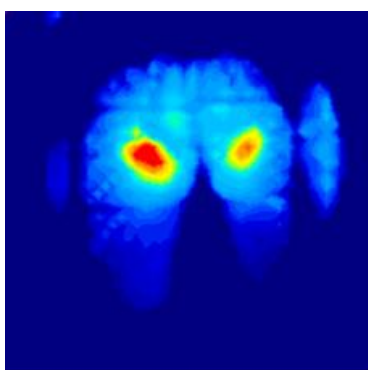
Postava č. 1

- žena
- 24 let
- 65kg
- 184 cm
- leptosomní typ

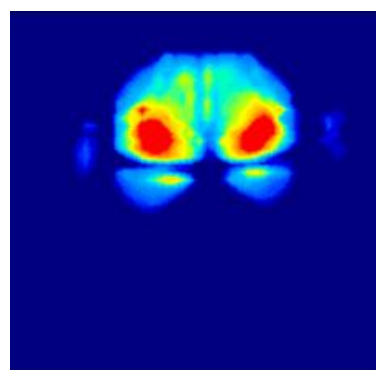
Na obrázcích č. 42 – 44 je možné vizuálně porovnat tlakové mapy sedací části autosedačky.



Obr. č. 42 Vzorek č.1

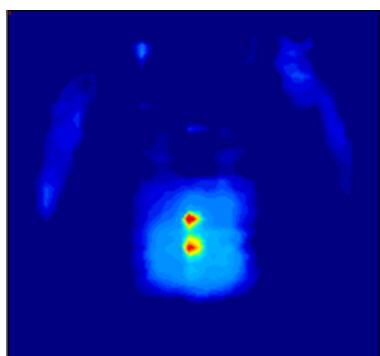


Obr. č. 43 Vzorek č.2

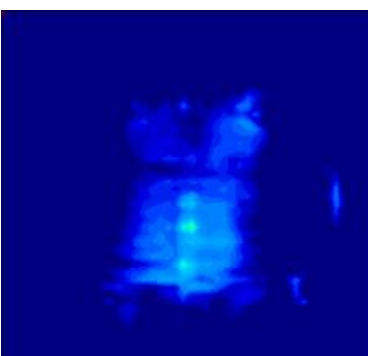


Obr. č. 44 Vzorek č.3

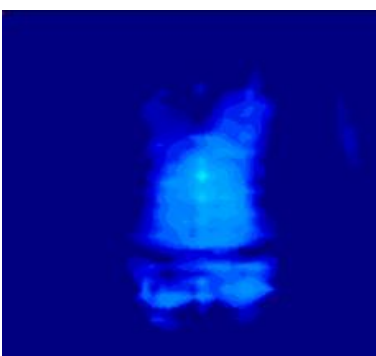
Postava č. 1 zdravotní problémy ze zády, což je zjevné na tlakových mapách zad. Tlakové mapy zádové části autosedačky jsou znázorněny na obrázcích č. 45 – 47.



Obr. č. 45 Vzorek č.1



Obr. č. 46 Vzorek č.2

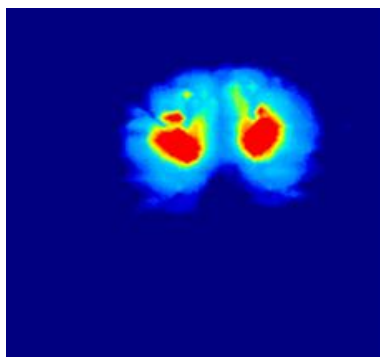


Obr. č. 47 Vzorek č.3

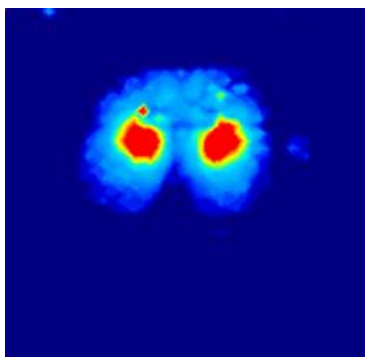
Postava č.2

- muž
- 29 let
- 57 kg
- 168 cm
- astenický typ

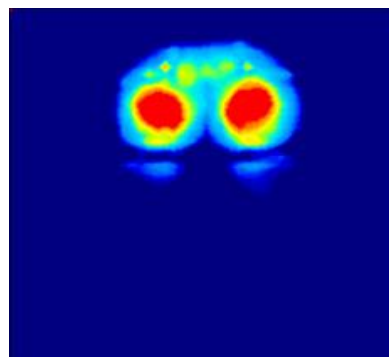
Na obrázcích č. 48 – 50 je možné sledovat tlakové mapy sedací části autosedačky.



Obr. č. 48 Vzorek č.1

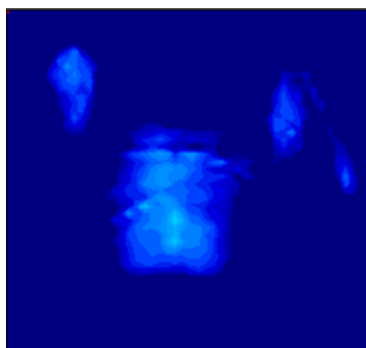


Obr. č. 49 Vzorek č.2

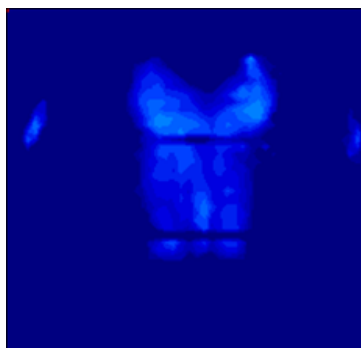


Obr. č. 50 Vzorek č.3

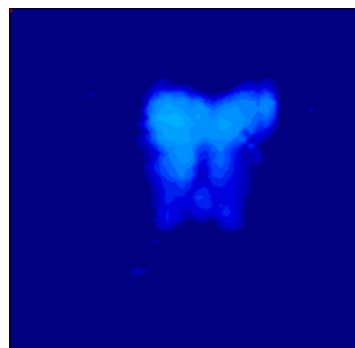
Na obrazcích č. 51 – 53 jsou znázorněné tlakové mapy zádové části autosedačky.



Obr. č. 51 Vzorek č.1



Obr. č. 52 Vzorek č.2

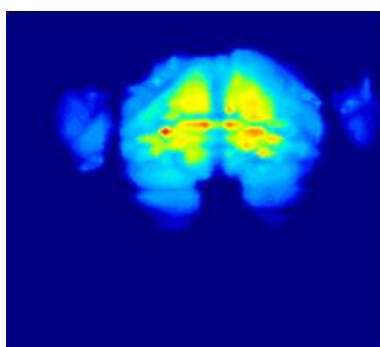


Obr. č. 53 Vzorek č.3

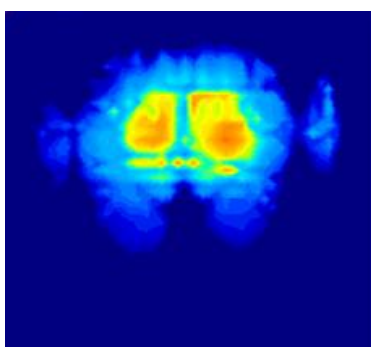
Postava č.3

- žena
- 25 let
- 75 kg
- 165 cm
- pyknický typ

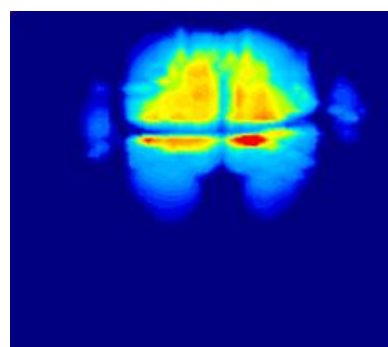
Na obrázcích č. 54 – 56 je možné sledovat tlakové mapy sedací části autosedačky



Obr. č. 54 Vzorek č.1

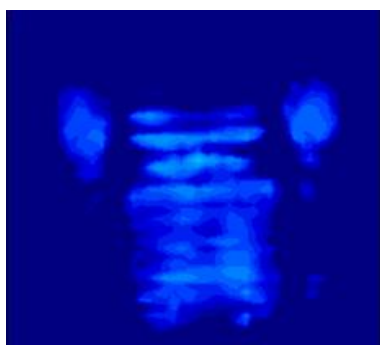


Obr. č. 55 Vzorek č.2

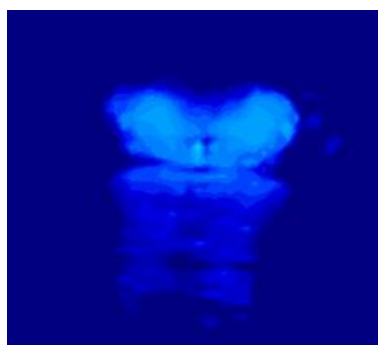


Obr. č. 56 Vzorek č.3

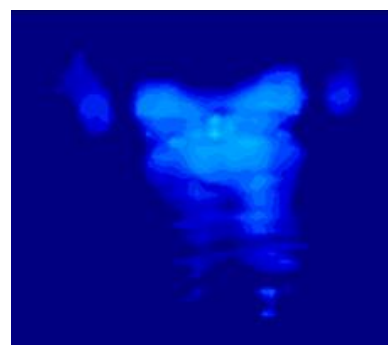
Na obrázcích č. 57 – 59 jsou znázorněné tlakové mapy zádové části autosedačky.



Obr. č. 57 Vzorek č.1



Obr. č. 58 Vzorek č.2

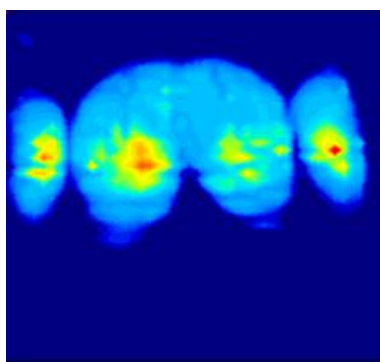


Obr. č. 59 Vzorek č.3

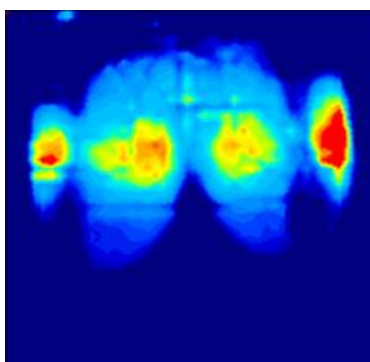
Postava č.4

- muž
- 35 let
- 95 kg
- 185 cm
- eurysonní typ

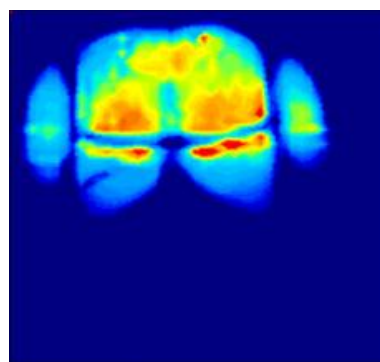
Na obrázcích č. 60 – 62 je možné vizuálně porovnat tlakové mapy sedací části autosedačky.



Obr. č. 60 Vzorek č.1

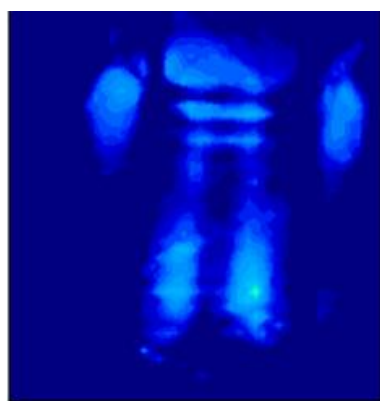


Obr. č. 61 Vzorek č.2

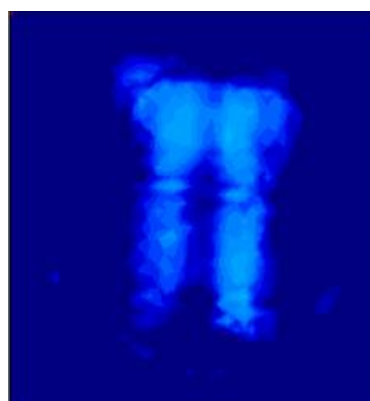


Obr. č. 62 Vzorek č.3

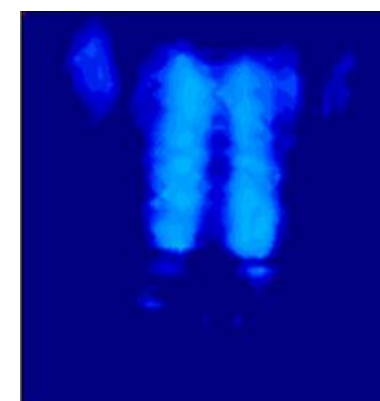
Na obrázcích č. 63 – 65 jsou znázorněné tlakové mapy zádové části autosedačky.



Obr. č. 63 Vzorek č.1



Obr. č. 64 Vzorek č.2



Obr. č. 65 Vzorek č.3

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout experiment vhodný pro hodnocení komfortu autosedačky. Experiment měl být sestaven tak, aby zde bylo možné testovat autosedačku jak subjektivně, tak objektivně měřením tlakového pole sedadla.

Úvodní část diplomové práce se skládá ze základních pojmů a vlastností týkající se komfortu autosedaček. Podrobně zde byly rozebrány jednotlivé části autosedačky a požadavky řidiče na sedadlo. Popsáno je nastavení optimální polohy řidiče a účinky tlaku působící na tělo sedící osoby. Kapitola uzavírá dosud známe metody pro jeho měření.

Kapitola 2 informuje o systému pro měření tlakového pole firmy XSENSOR X3. Jedná se o manuál popisující nejdůležitější ovládače tlakové podložky a jejich možné využití pro testování u autosedaček.

V další části diplomové práce byl navrhnout experiment pro testování komfortu autosedaček. Experiment tvoří dvě části a to testování autosedaček subjektivní metodou a měření tlakového pole metodou objektivní. Jednotlivé vzorky autosedaček byly popsány, stejně jako příprava a postup při jeho realizaci.

Následně podle získaných informací a naměřených hodnot byl experiment vyhodnocen. Hodnocení se týkalo jak jednotlivých částí sedadla, tak autosedačky jako celku. Výsledky byly vygenerovány ve formě grafu a tabulek.

V závěrečné kapitole bylo vytvořeno doporučení pro možnost zvýšení, jak psychického tak fyzického komfort sedící osoby v autosedačce. Doporučení obsahuje také porovnání tlakových map čtyř odlišných typů postav účastníků se experimentu.

Součástí práce je i příloha.

Použitá literatura

- [1] Foret M., Stávková J.: Marketingový výzkum; Praha, Grada Publishing, 2003, ISBN 80-247-0385
- [2] Grim M., Duga R.: Základy anatomie – 1.obecná anatomie a pohybový systém; Praha, Galen a Karolinum, 2006, ISBN 80-7262-111
- [3] Gilbertová S., Matoušek O.: Ergonomie – Optimalizace lidské činnosti; Praha, Grada Publishing a.s., 2002, ISBN 80-247-0226-6
- [4] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií. 1.vydání, Liberec, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [5] Růžicková D.: Oděvní materiály; Liberec, 2003, 55-122-02
- [6] Schiller F.: The relation between long-term rating comfort and driver movement, 2007
- [7] Manuál XSENSOR X3

Internetové stránky

- [9] Komfort sezení v automobilu [online],[citováno 14.2.2011]
Dostupné z WWW:
<http://www.carmotor.cz/magazin/pages/Komfort-sezeni-v-automobilech,857.html>
- [10] Řízení motorového vozidla a ergonomie [online],[citováno 22.12.2010]
Dostupné z WWW:
<http://www.ccohs.ca/keytopics/ergonomics.htm>
- [11] XSENSOR Technology Corporation - Automotive Seating [online],[citováno 1.9.2010]
Dostupné z WWW:
http://www.xsensor.com/enews/06-10xsensor_enews/index_indus.html#action

Seznam příloh

Příloha A Dotazník

Příloha A

Dotazník

Pohlaví

žena	Muž
------	-----

Věk

18 - 25	26 - 33	34 - 41
---------	---------	---------

Výška

150 – 165 cm	166- 180 cm	181- 200 cm
--------------	-------------	-------------

Váha

50 – 65 kg	66 - 80 kg	81 –100 kg
------------	------------	------------

Jak hodnotíte na stupnici od 1 do 5 (1 - velmi se mi líbí až po 5 – vůbec se mi nelíbí) vizuální stránku (rozměry, tvar a použitý materiál) všech testovaných autosedaček.

<i>Vzorek č.1</i>					<i>Vzorek č.2</i>					<i>Vzorek č.3</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Jak hodnotíte celkovou pohodlnost autosedadel s ohledem na Vám vyhovující její tuhost na stupnici od 1 do 5 (1 - velmi pohodlná, 5 - velmi nepohodlná).

<i>Vzorek č.1</i>					<i>Vzorek č.2</i>					<i>Vzorek č.3</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Jak Vám vyhovuje celkový tvar sedáku (jeho šířka a délka) na stupnici od 1 do 5 (1- velmi vyhovuje, 5 – vůbec nevyhovuje) .

<i>Vzorek č.1</i>					<i>Vzorek č.2</i>					<i>Vzorek č.3</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Jak Vám vyhovuje celkový tvar zádové opěry (jeho šířka, délka a tvar bederního opěradla) na stupnici od 1 do 5 (1- velmi vyhovuje, 5 – vůbec nevyhovuje).

<i>Vzorek č.1</i>					<i>Vzorek č.2</i>					<i>Vzorek č.3</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Jak Vám vyhovuje poloha a tvar opěrky hlavy na stupnici od 1 do 5 (1- velmi vyhovuje, 5 – vůbec nevyhovuje).

<i>Vzorek č.1</i>					<i>Vzorek č.2</i>					<i>Vzorek č.3</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

